

DIALOG(R) File 347:JAPIO  
(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04670736    \*\*Image available\*\*  
ELECTRON SOURCE AND IMAGE FORMATION DEVICE

PUB. NO.:        06-342636 [J P 6342636 A]  
PUBLISHED:      December 13, 1994 (19941213)  
INVENTOR(s):    YAMANOBE MASATO  
                 SUZUKI HIDETOSHI  
                 KASANUKI YUJI  
                 KAWADE ISAAKI  
                 OSADA YOSHIYUKI  
                 TAKEDA TOSHIHIKO  
                 YAMAGUCHI EIJI  
                 SUZUKI TOMOTAKE  
                 TODOKORO YASUYUKI  
                 TOSHIMA HIROAKI  
                 ISONO SEIJI  
                 NAKAMURA NAOHITO  
                 SATO YASUE  
                 MISHINA SHINYA  
                 NOMURA ICHIRO  
                 KANEKO TETSUYA  
APPLICANT(s):   CANON INC [000100] (A Japanese Company or Corporation), JP  
                 (Japan)  
APPL. NO.:      05-336709 [JP 93336709]  
FILED:          December 28, 1993 (19931228)  
INTL CLASS:     [5] H01J-031/12; H01J-001/30; H01J-031/15  
JAPIO CLASS:    42.3 (ELECTRONICS -- Electron Tubes); 29.4 (PRECISION  
                 INSTRUMENTS -- Business Machines); 30.2 (MISCELLANEOUS GOODS  
                 -- Sports & Recreation); 42.5 (ELECTRONICS -- Equipment);  
                 44.6 (COMMUNICATION -- Television); 44.9 (COMMUNICATION --  
                 Other); 45.3 (INFORMATION PROCESSING -- Input Output Units)  
JAPIO KEYWORD:  R044 (CHEMISTRY -- Photosensitive Resins); R101 (APPLIED  
                 ELECTRONICS -- Video Tape Recorders, VTR); R139 (INFORMATION  
                 PROCESSING -- Word Processors)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To provide an image formation device of high display definition for making an image formation member to emit light at a selectively controlled brightness by selecting an optional element according to an input signal and by making the amount of discharged electron controllable.

CONSTITUTION: A surface conduction type emission element connected to a wiring, to which voltage V1 is applied, is scanned by applying the voltage of V1 to a wiring selected of numeral (m) numbers of wirings in X-direction, and voltage V2 to the other wirings, by means of applying a scanning signal. The voltage wave height value Vm of a pulse is changed according to an input signal in relation to the numeral (n) number of wirings in Y-direction, by a modulation signal emitting means, and the brightness of a display image is thus modulated. The drive voltage applied to the elements not scanned is controlled so that it does not exceed the threshold ground voltage Vth of the element. An electron beam of desired intensity is output only from the scanned element, and no electron beam is output from the elements not scanned. By selecting an optional element and by making it to emit light at desired brightness, the display definition of an image is improved.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-342636

(43)公開日 平成6年(1994)12月13日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 31/12	B			
1/30	B			
	Z			
31/15	C			

審査請求 未請求 請求項の数52 O L (全 46 頁)

(21)出願番号 特願平5-336709

(22)出願日 平成5年(1993)12月28日

(31)優先権主張番号 特願平4-359796

(32)優先日 平4(1992)12月29日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平4-361355

(32)優先日 平4(1992)12月29日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平5-1224

(32)優先日 平5(1993)1月7日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 山野辺 正人

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 鱈 英俊

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 笠貫 有二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

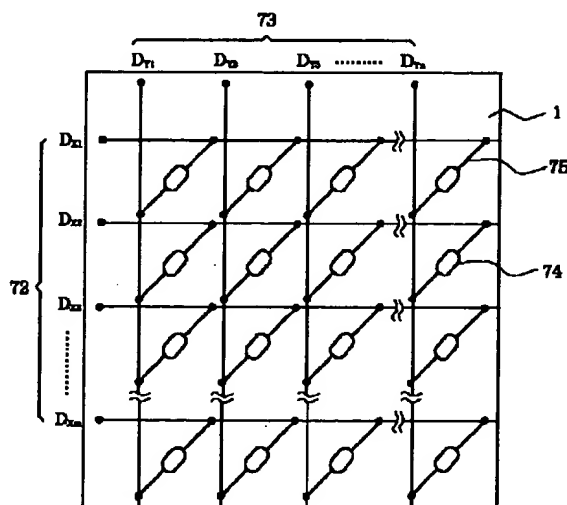
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子源と画像形成装置

(57)【要約】

【目的】 多数の表面伝導形電子放出素子を備える電子源で、入力信号に応じて任意の素子を選択し、その放出電子量を制御し得る簡易な構成で且つ容易に製造できる新規な構成の電子源と画像形成装置を提供することを目的とする。

【構成】 入力信号に応じて電子を放出する電子源において、該電子源は、基板と、該基板上に絶縁層を介して積層されたm本の行方向配線及びn本の列方向配線と、一対の素子電極間に電子放出部を含む薄膜を有する表面伝導形電子放出素子の複数を有し、該複数の表面伝導形電子放出素子は、該素子電極と該行方向配線および該列方向配線とが結線されて、行列状に配列されており、且つ、該電子源は、該複数の表面伝導形電子放出素子の中から、素子行を選択する選択手段と、該入力信号に応じて変調信号を発生し、該選択手段により選択された該素子行に、該変調信号を印加する変調手段とを有することを特徴とする電子源、及び画像形成装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号に応じて電子を放出する電子源において、該電子源は基板と、該基板上に絶縁層を介して積層されたm本の行方向配線およびn本の列方向配線と、一対の素子電極間に電子放出部を含む薄膜を有する表面伝導形電子放出素子の複数を有し、該複数の表面伝導形電子放出素子は、該素子電極と該行方向配線および該列方向配線とが結線されて、行列状に配列されており、且つ、該電子源は、該複数の表面伝導形電子放出素子の中から、素子行を選択する選択手段と、該入力信号に応じて変調信号を発生し、該選択手段により選択された該素子行に、該変調信号を印加する変調手段とを有することを特徴とする電子源。

【請求項2】 前記表面伝導形電子放出素子が、平面型表面伝導形電子放出素子である請求項1に記載の電子源。

【請求項3】 前記表面伝導形電子放出素子が、垂直型表面伝導形電子放出素子である請求項1に記載の電子源。

【請求項4】 前記表面伝導形電子放出素子は、素子電流及び電子放出電流が素子印加電圧に対して、単調増加特性を有する表面伝導形電子放出素子である請求項1に記載の電子源。

【請求項5】 前記電子放出部を含む薄膜が、導電性微粒子で構成された膜である請求項1に記載の電子源。

【請求項6】 前記導電性微粒子が、Pd、Nb、Mo、Rh、Hf、Re、Ir、Pt、Al、Co、Ni、Cs、Ba、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb、PdO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO、MgO、HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>4</sub>、Gd<sub>4</sub>、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC、TiN、ZrN、HfN、Si、Ge、カーボンの中から選ばれる少なくとも一種の材料からなる請求項5に記載の電子源。

【請求項7】 前記電子放出部を含む薄膜、前記素子電極、前記m本の行方向配線、前記n本の列方向配線、及び前記結線材料のうち、少なくとも一組がその構成元素の一部あるいは構成元素の全てが同一である材料よりなる請求項1に記載の電子源。

【請求項8】 前記絶縁層が、前記m本の行方向配線と前記n本の列方向配線の交差部近傍のみにある請求項1に記載の電子源。

【請求項9】 前記垂直型表面伝導形電子放出素子の段差形成部が、前記絶縁層の少なくとも一部を兼ねる請求項3に記載の電子源。

【請求項10】 前記垂直型表面伝導形電子放出素子の段差形成部と前記絶縁層とが、その構成元素の一部あるいは構成元素の全てが同一である材料よりなる請求項3に記載の電子源。

【請求項11】 前記表面伝導形電子放出素子が、前記基板面上に形成されている請求項1に記載の電子源。

【請求項12】 前記表面伝導形電子放出素子が、前記絶縁層上に形成されている請求項1に記載の電子源。

【請求項13】 前記複数の表面伝導形電子放出素子から放出される複数の電子ビームのうち、2以上の電子ビームが重ね合わされる請求項1に記載の電子源。

【請求項14】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた波高のパルスが発生する手段である請求項1に記載の電子源。

【請求項15】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた幅のパルスが発生する手段である請求項1に記載の電子源。

【請求項16】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた波高と幅とを有するパルスが発生する手段である請求項1に記載の電子源。

【請求項17】 更に、前記入力信号に含まれる同期信号を分離する分離手段を有し、前記選択手段は、該同期信号に基づいて、前記表面伝導形電子放出素子行を順次選択する手段である請求項1に記載の電子源。

【請求項18】 前記選択手段は、選択素子行と非選択素子行とを、互いに波高の異なるパルスが発生することで選択する手段である請求項1に記載の電子源。

【請求項19】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた波高のパルスが発生する手段である請求項18に記載の電子源。

【請求項20】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた幅のパルスが発生する手段である請求項18に記載の電子源。

【請求項21】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた波高と幅とを有するパルスが発生する手段である請求項18に記載の電子源。

【請求項22】 更に、入力信号を複数の信号群に分割する手段を有し、該分割手段から発生される複数の信号群に応じて、複数行あるいは複数列の前記表面伝導形電子放出素子が選択及び変調される請求項1に記載の電子源。

【請求項23】 前記選択及び変調される行あるいは列に隣接した、行あるいは列には、定電位が印加される請求項22に記載の電子源。

【請求項24】 入力信号に応じて画像を形成する画像形成装置において、該画像形成装置は、電子源と画像形成部材とを有し、該電子源は基板と、該基板上に絶縁層を介して積層されたm本の行方向配線及びn本の列方向配線と、一対の素子電極間に電子放出部を含む薄膜を有する表面伝導形電子放出素子の複数を有し、該複数の表面伝導形電子放出素子は、該素子電極と該行方向配線及び該列方向配線とが結線されて、画像を構成する画素に対応して行列状に配列されており、且つ、該画像形成装置は、該複数の表面伝導形電子放出素子の中から、素

子行を選択する選択手段と、該入力信号に応じて変調信号を発生し、該選択手段により選択された該素子行に、該変調信号を印加する変調手段とを有することを特徴とする画像形成装置。

【請求項25】 前記表面伝導形電子放出素子が、平面型表面伝導形電子放出素子である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項26】 前記表面伝導形電子放出素子が、垂直型表面伝導形電子放出素子である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項27】 前記表面伝導形電子放出素子は、素子電流及び電子放出電流が、素子印加電圧に対して、単調増加特性を有する表面伝導形電子放出素子である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項28】 前記表面伝導形電子放出素子の素子電流及び電子放出電流が、印加電圧に対して、単調増加特性を示す真空度に維持されている請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項29】 前記電子放出部を含む薄膜が、導電性微粒子で構成された膜である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項30】 前記導電性微粒子が、Pd、Nb、Mo、Rh、Hf、Re、Ir、Pt、Al、Co、Ni、Cs、Ba、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb、PdO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO、MgO、HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>4</sub>、Gd<sub>2</sub>B<sub>6</sub>、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC、TiN、ZrN、HfN、Si、Ge、カーボンの中から選ばれた少なくとも一種の材料からなる\*30

$$K_2 \times 2H (V_i / V_s)^{1/2} \geq W/2 \geq K_3 \times 2H (V_i / V_s)^{1/2} \dots (I)$$

I)

【但し、 $K_2 = 1.25 \pm 0.05$ 、 $K_3 = 0.35 \pm 0.05$ 、Hは表面伝導形電子放出素子と画像形成部材との距離、 $V_i$ は表面伝導形電子放出素子に印加される電圧、 $V_s$ は画像形成部材に印加される電圧を示す]

【請求項39】 前記複数の表面伝導形電子放出素子の列方向配列ピッチPが、以下の関係式(II)を満たす請求項24に記載の画像形成装置。

$$P < L + 2K_5 \times 2H (V_i / V_s)^{1/2} \dots (II)$$

【但し、 $K_5 = 0.8$ 、Lは表面伝導形電子放出素子の列方向の長さ、Hは表面伝導形電子放出素子と画像形成部材との距離、 $V_i$ は表面伝導形電子放出素子に印加される電圧、 $V_s$ は画像形成部材に印加される電圧を示す]

【請求項40】 前記複数の表面伝導形電子放出素子の列方向配列ピッチPが、以下の関係式(III)を満たす請求項24に記載の画像形成装置。

$$P \geq L + 2K_6 \times 2H (V_i / V_s)^{1/2} \dots (III)$$

【但し、 $K_6 = 0.9$ 、Lは表面伝導形電子放出素子の

る請求項29に記載の画像形成装置。

【請求項31】 前記電子放出部を含む薄膜、前記素子電極、前記m本の行方向配線、前記n本の列方向配線、及び前記結線材料のうち、少なくとも一組が、その構成元素の一部あるいは構成元素の全てが同一である材料よりなる請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項32】 前記絶縁層が、前記m本の行方向配線と前記n本の列方向配線の交差部近傍のみにある請求項24に記載の画像形成装置。

10 【請求項33】 前記垂直型表面伝導形電子放出素子の段差形成部が、前記絶縁層の少なくとも一部を兼ねる請求項26に記載の画像形成装置。

【請求項34】 前記垂直型表面伝導形電子放出素子の段差形成部と前記絶縁層とが、その構成元素の一部あるいは構成元素の全てが同一である材料よりなる請求項26に記載の画像形成装置。

【請求項35】 前記表面伝導形電子放出素子が、前記基板面上に形成されている請求項24に記載の画像形成装置。

20 【請求項36】 前記表面伝導形電子放出素子が、前記絶縁層上に形成されている請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項37】 前記複数の表面伝導形電子放出素子から放出される複数の電子ビームのうち、2以上の電子ビームが重ね合わされる請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項38】 前記複数の表面伝導形電子放出素子の複数の電子放出部は、互いに以下の関係式(I)を満たす間隔Wにて配置されている請求項37に記載の画像形成装置。

列方向の長さ、Hは表面伝導形電子放出素子と画像形成部材との距離、 $V_i$ は表面伝導形電子放出素子に印加される電圧、 $V_s$ は画像形成部材に印加される電圧を示す]

【請求項41】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた波高のパルスが発生する手段である請求項24に記載の画像形成装置。

40 【請求項42】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた幅のパルスが発生する手段である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項43】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた波高と幅とを有するパルスが発生する手段である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項44】 更に、前記入力信号に含まれる同期信号を分離する分離手段を有し、前記選択手段は、該同期信号に基づいて、前記表面伝導形電子放出素子行を順次選択する手段である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項45】 前記選択手段は、選択素子行と非選択

素子行とを、互いに波高の異なるパルスが発生することで選択する手段である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項46】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた波高のパルスが発生する手段である請求項45に記載の画像形成装置。

【請求項47】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた幅のパルスが発生する手段である請求項45に記載の画像形成装置。

【請求項48】 前記変調手段が、前記入力信号に基づいた波高と幅とを有するパルスが発生する手段である請求項45に記載の画像形成装置。

【請求項49】 更に、入力信号を複数の信号群に分割する手段を有し、該分割手段から発生される複数の信号群に応じて、複数行あるいは複数列の前記表面伝導形電子放出素子が選択及び変調される請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項50】 前記選択及び変調される行あるいは列に隣接した、行あるいは列には、定電位が印加される請求項49に記載の画像形成装置。

【請求項51】 前記画像形成部材が、蛍光体である請求項24に記載の画像形成装置。

【請求項52】 前記入力信号が、TV信号、画像入力装置からの信号、画像メモリからの信号、コンピュータからの信号のうち少なくとも一つである請求項24に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電子源及びその応用である表示装置等の画像形成装置に関し、特に表面伝導形電子放出素子を多数個備える電子源とそれを用いた表示装置等の画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、電子放出素子として熱電子源と冷陰極電子源の2種類が知られている。

【0003】 そのうち、冷陰極電子源としては、電界放出型（以下、FE型と略す）、金属／絶縁層／金属型（以下、MIM型と略す）や表面伝導形電子放出素子等がある。

【0004】 上記FE型の例としては、W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956) あるいはC. A. Spindt, "PHYSICAL Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) 等が知られている。

【0005】 上記MIM型の例としては、C. A. Mead, "The tunnel-emission a

mplifier, J. Appl. Phys., 32, 646 (1961) 等が知られている。

【0006】 上記表面伝導形電子放出素子の例としては、M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Pys., 10, (1965) 等がある。

【0007】 上記表面伝導形電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものであるが、この表面伝導形電子放出素子としては、前記エリンソン等による $\text{SnO}_2$  薄膜を用いたものの他、Au薄膜によるもの[G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)],  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$  薄膜によるもの[M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)], カーボン薄膜によるもの[荒木久 他: 真空, 第26巻, 第1号, 22頁 (1983)] 等が報告されている。

【0008】 これらの表面伝導形電子放出素子の典型的な素子構成として、前述のM. ハートウェルの素子構成を図43に示す。同図において431は絶縁性基板、432は電子放出部形成用薄膜で、H型形状のパターンに、スパッタで形成された金属酸化物薄膜等からなり、後述のフォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部433が形成される。ここで、434は電子放出部を含む薄膜と呼ぶことにする。尚、図43中のL1は0.5~1mm、Wは0.1mmで設定されている。

【0009】 従来、これらの表面伝導形電子放出素子においては、電子放出を行う前に、電子放出部形成用薄膜432に、予めフォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより、電子放出部433を形成するのが一般的であった。即ち、フォーミングとは、前記電子放出部形成用薄膜432の両端に、直流電圧あるいは非常にゆっくりとした昇電圧、たとえば1V/分程度を印加通電し、電子放出部形成用薄膜432を局所的に破壊、変形もしくは変質せしめ、電気的に高抵抗な状態にした電子放出部433を形成することである。尚、電子放出部433は、電子放出部形成用薄膜432の一部に亀裂が発生し、その亀裂付近から電子放出が行われる。前記フォーミング処理を施した表面伝導形電子放出素子は、上述電子放出部を含む薄膜434に電圧を印加し、素子に電流を流すことにより、前記電子放出部433より電子を放出せしめるものである。

【0010】 しかしながら、これら従来の表面伝導形電子放出素子においては、実用化にあたっては、様々な問題があったが、本出願人等は後述する様な様々な改善を鋭意検討し、実用化上の様々な問題点を解決してきた。

【0011】 上述の表面伝導形電子放出素子は、構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたり多数

素子を配列形成できる利点がある。そこで、この特徴を生かせるようないろいろな応用が研究されているが、例えば、荷電ビーム源、表示装置等が挙げられる。

【0012】多数の表面伝導形電子放出素子を配列形成した例としては、並列に表面伝導形電子放出素子を配列し、個々の素子の両端を配線にてそれぞれ結線した行を多数行配列した電子源があげられる（例えば、本出願人の特開昭64-31332号公報）。

【0013】また、特に表示装置等の画像形成装置においては、近年、液晶を用いた平板型表示装置がCRTに替わって普及してきたが、自発光型でないため、バックライト等を持たなければならない等の問題点があり、自発光型の表示装置の開発が望まれてきた。表面伝導形電子放出素子を多数配置した電子源と、電子源より放出された電子によって、可視光を発光せしめる蛍光体とを組み合わせた表示装置である画像形成装置は、大画面の装置でも比較的容易に製造でき、かつ表示品位の優れた自発光型表示装置である（例えば、本出願人の米国特許公報5066883号）。

【0014】尚、従来、多数の表面伝導形電子放出素子より構成された電子源より、電子放出させて蛍光体を発光させる素子の選択は、上述の多数の表面伝導形電子放出素子を並列に配置し結線した配線（行方向配線と呼ぶ）と、これに直交する方向（列方向と呼ぶ）に、該電子源と蛍光体間の空間に設置された制御電極（グリッドと呼ぶ）とへの適当な駆動信号によるものである（例えば、本出願人の特開平1-283749号公報）。

【0015】しかしながら、当然のことながら、個々の表面伝導形電子放出素子とグリッドとの位置合わせや、グリッドと表面伝導形電子放出素子間の距離が均一であることが必要であり、これらは製造方法上の問題点であった。これらの問題点に鑑みて、これらグリッドに伴う製造法上の問題を解決するため、グリッドを表面伝導形電子放出素子近傍に積層した新規な構成が提案された（例えば、本出願人の特開平3-20941号公報）。

【0016】この他、従来の表面伝導形電子放出素子を用いた表面素子の例としては、特公昭45-31615号公報に、図44、図45に示すように、直列に接続された横電流型電子放出体442と、この電子放出体442と格子を形成するが如く配置された帯状の透明電極444との間に、小さな孔443'を有するガラス板443を、その孔443'が丁度、前述の格子の交点にくるように配置し、その孔443'にガスを封入し、電子を放出している横電流型電子放出体442と、加速電圧E2の加えられた透明電極444との交点のみが、ガス放電によって発光するようにした表示装置が開示されている。尚、この特公昭45-31615号公報のなかでは、横電流型電子放出体に関する詳細な説明はないが、記載された材料（金属薄膜、ネサ膜）や、ネック部442'の造が、前述の表面伝導形電子放出素子と同一で

あることから、表面伝導形電子放出素子の範疇に含まれるものと考えられる。尚、本願発明者等が用いた表面伝導形電子放出素子という呼称は、“薄膜ハンドブック”の記載に準じたものである。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】次に、上記の従来知られていた表面伝導形電子放出素子を用いて試みられた画像表示装置において、発生していた問題点について説明する。

【0018】前記特公昭45-31615号公報に開示された表示装置においては、以下に述べるような、主として3つの問題点があった。

【0019】（1）前記表示装置は、横電流型電子放出体から放出された電子を加速し、ガス分子と衝突せしめて放電させるものであるが、横電流型電子放出体と同じ電流を流しても、放電発光輝度が画素毎にばらついたり、同一画素でも輝度が変動するという問題があった。その原因としては、放電強度はガスの状態に大きく依存するものであり、制御性が良くない事、更に、横電流型電子放出体の出力は、その実験例のなかで述べられている様な、15mmHg程度の圧力下では必ずしも安定ではない事、などが挙げられる。

【0020】従って、前記表示装置は多階調の表示が困難であり、用途が限定される。

【0021】（2）前記表示装置は、封入するガス種を変える事により、発光色を変える事が可能であるが、一般に放電発光で得られる可視光波長は限られており、必ずしも広い範囲の色を表現できるものではない。また、ガスの種類によっては、放電発光の最適圧力も異なる場合が多い。

【0022】従って、一枚のパネルでカラー化しようすると、孔毎に封入するガスの種類や圧力を変える必要があり、パネルの製造を著しく困難にしていた。また、異なるガスを封入した三枚のパネルを積層してカラー化するのは、装置の大きさ、重量や費用の面で現実的ではなかった。

【0023】（3）前記表示装置は横電流型電子放出体の作成された基板、帯状の透明電極、ガスを封入した孔等の構成要素を組合わせてなるため構造が複雑であり、しかも各要素間の位置ずれに対する許容誤差が小さい。また、前記公報中に例示されている通り、放電発光の閾値電圧が35[V]と高いため、パネルを駆動する電気回路には、高い耐圧の電気素子を使用する必要がある。

【0024】従って、装置の製造に手間と高い費用がかかり、該装置を安価に提供する事は困難であった。

【0025】以上述べた、主として3つの理由により、前記表示装置はテレビジョン受像機等に広く応用されるには至っていない。

【0026】一方、上述の問題点に鑑みて、本出願人が

9

これまで提案してきた表面伝導形電子放出素子を複数設置した電子源、及び、該電子源と対向した位置に蛍光体を配置した該表示装置等の画像形成装置においても、以上に述べるような問題点があった。

【0027】前記電子源においては、多数素子を並列に配列した素子の配線（行方向配線）と直交する方向（列方向配線）にグリッドを設ける事が、電子を放出する素子を選択するためには必須であり、この点において、前記電子源は電子を放出する素子を選択してその電子放出量を制御し得る電子源であるが、簡易な構成でかつ容易に製造できる電子源とは言い難かった。

【0028】また、前記電子源を用いた画像形成装置においては、該電子源と対向した位置に配置された蛍光体を、選択的に制御された明るさで発光せしめるには、上記電子源同様、グリッドが必須であり、簡易な構成でかつ容易に製造でき、入力信号に応じて電子を放出する素子を選択しその電子放出量を制御して、蛍光体の輝度を制御でき得る表示装置等の画像形成装置であるとは言い難かった。

【0029】本発明は、かかる従来の問題点に鑑み、多数の表面伝導形電子放出素子を備える電子源から、入力信号に応じて任意の該素子を選択し、その放出電子量を制御し得る簡易な構成でかつ容易に製造でき、安価で新規な構成の電子源、及び、該電子源を用い、該電子源と対向した位置に蛍光体等の画像形成部材を配置した表示装置等の画像形成装置であって、選択的に制御された明るさで、前記画像形成部材を発光せしめる表示品位の高い、しかもカラー化の容易な新規な構成の画像形成装置を提供することを目的とする。

【0030】更に本発明は、前記画像形成装置において、階調表示特性にも優れた画像形成装置を提供することを目的とする。

【0031】更に本発明は、前記画像形成装置において、発光点の形状にも優れ、発光点間のクロストークもまた少ない等の表示品位の高い画像形成装置を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成する本発明は、入力信号に応じて電子を放出する電子源において、該電子源は基板と、該基板上に絶縁層を介して積層されたm本の行方向配線およびn本の列方向配線と、一対の素子電極間に電子放出部を含む薄膜を有する表面伝導形電子放出素子の複数とを有し、該複数の表面伝導形電子放出素子は、該素子電極と該行方向配線および該列方向配線とが結線されて、行列状に配列されており、且つ、該電子源は、該複数の表面伝導形電子放出素子の中から、素子行を選択する選択手段と、該入力信号に応じて変調信号を発生し、該選択手段により選択された該素子行に、該変調信号を印加する変調手段とを有することを特徴とする電子源である。

10

【0033】更に本発明は、入力信号に応じて画像を形成する画像形成装置において、該画像形成装置は、電子源と画像形成部材とを有し、該電子源は基板と、該基板上に絶縁層を介して積層されたm本の行方向配線及びn本の列方向配線と、一対の素子電極間に電子放出部を含む薄膜を有する表面伝導形電子放出素子の複数とを有し、該複数の表面伝導形電子放出素子は、該素子電極と該行方向配線及び該列方向配線とが結線されて、画像を構成する画素に対応して行列状に配列されており、且つ、該画像形成装置は、該複数の表面伝導形電子放出素子の中から、素子行を選択する選択手段と、該入力信号に応じて変調信号を発生し、該選択手段により選択された該素子行に、該変調信号を印加する変調手段とを有することを特徴とする画像形成装置である。

【0034】次に、好ましい実施態様を挙げて、本発明を詳述する。

【0035】以下に、特に本出願人による特開平2-56822号公報等を参考にして本発明に係る電子放出素子の基本的な構成と製造方法、及び、その特徴について以下に概説する他、本発明者等が、鋭意検討した結果見出した、本発明の原理となる、新たな、表面伝導形電子放出素子の特性について概説する。

【0036】本発明に係る表面伝導形電子放出素子の構成及び製造方法の特徴は、次の様なものが挙げられる。

【0037】1) フォーミングとよばれる通電処理の前の電子放出部形成用薄膜は、微粒子分散体を分散し形成された微粒子からなる薄膜、あるいは有機金属等を加熱焼成し形成された微粒子からなる薄膜等、基本的には微粒子より構成される。

【0038】2) フォーミングとよばれる通電処理の後の電子放出部を含む薄膜は、電子放出部、電子放出部を含む薄膜ともに、基本的には微粒子より構成される。

【0039】まず、平面型表面伝導形電子放出素子について説明する。

【0040】図1の(a)、(b)は、それぞれ本発明に係る基本的な平面型表面伝導形電子放出素子の構成を示す平面図及び断面図である。この図1を用いて、本発明に係る素子の基本的な構成を説明する。

【0041】図1において、1は基板、5と6は素子電極、4は電子放出部を含む薄膜、3は電子放出部である。

【0042】前記基板1としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少したガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等により形成したSiO<sub>2</sub>を積層したガラス基板等、あるいはアルミナ等のセラミックス等のとりわけ、絶縁性基板が好適に用いられる。

【0043】また、対向する前記素子電極5、6の材料としては、導電性を有するものであればどのようなものであっても構わないが、例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属、或は



合金及びPd、Ag、Au、RuO<sub>2</sub>、Pd-Ag等の金属、或は金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体材料等が挙げられる。

【0044】素子電極間隔L1は、数百オングストロームから数百マイクロメートルであり、素子電極の製法の基本となるフォトリソグラフィ技術、即ち、露光機の性能とエッチング方法等、及び、素子電極間に印加する電圧と電子放出し得る電界強度等により設定されるが、好ましくは数マイクロメートルから数十マイクロメートルである。

【0045】素子電極長さW1及び素子電極5、6の膜厚dは、電極の抵抗値、前述したX配線及びY配線との結線、多数配置された電子放出素子の配置上の問題より適宜設計され、通常は素子電極長さW1は、数マイクロメートルから数百マイクロメートルであり、素子電極5、6の膜厚dは、数百オングストロームから数マイクロメートルである。

【0046】基板1上に設けられた対向する素子電極5及び素子電極6間と、素子電極5、6上に設置された、電子放出部を含む薄膜4は、電子放出部3を含むが、図1(b)に示された形態だけでなく、素子電極5、6上には設置されない形態もある。即ち、基板1上に、電子放出部形成用薄膜2、対向する素子電極5、6の順に積層構成した形態もある。また、製法によっては、対向する素子電極5と素子電極6の間全てが電子放出部として機能する場合もある。この電子放出部を含む薄膜4の膜厚は、好ましくは数オングストロームから数千オングストロームで、特に好ましくは10オングストロームから500オングストロームであり、素子電極5、6へのステップカバレッジ、電子放出部3と素子電極5、6間の抵抗値、電子放出部3の導電性微粒子の粒径、さらには後述する通電処理条件等によって適宜設定される。またその抵抗値は、10の3乗から10の7乗オーム/□のシート抵抗値を示す。

【0047】電子放出部を含む薄膜4を構成する材料の具体例を挙げるならば、Pd、Nb、Mo、Rh、Hf、Re、Ir、Pt、Al、Co、Ni、Cs、Ba、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO、MgO等の酸化物、HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>6</sub>、Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>等の硼化物、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、カーボン等であり、微粒子からなる。

【0048】尚、ここで述べる微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態(島状も含む)の膜を

さす。

【0049】また、電子放出部3は、好ましくは数オングストロームから数百オングストローム、特に好ましくは10オングストロームから500オングストロームの粒径の導電性微粒子多数個からなり、電子放出部を含む薄膜4の膜厚及び後述する通電処理条件等の製法に依存しており、適宜設定される。また、電子放出部3を構成する材料は、電子放出部を含む薄膜4を構成する材料の元素の一部あるいは全てを有する材料である。

【0050】次に、電子放出部3を有する電子放出素子の製造法としては、様々な方法が考えられるが、その一例を図2に示す。図2中、2は電子放出部形成用薄膜で、例えば微粒子膜が挙げられる。

【0051】以下、順をおって製造方法の説明を図1及び図2に基づいて説明する。

【0052】1) 基板1を洗剤、純水及び有機溶剤により十分に洗浄後、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積後、フォトリソグラフィ技術により該基板1の面上に素子電極5、6を形成する(図2の(a))。

【0053】2) 基板1上に設けられた素子電極5と素子電極6との間の基板1上に、有機金属溶液を塗布して放置することにより、有機金属薄膜を形成する。尚、有機金属溶液とは、前記Pd、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属を主元素とする有機化合物の溶液である。この後、有機金属薄膜を加熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりパターニングし、電子放出部形成用薄膜2を形成する(図2の(b))。尚、ここでは有機金属溶液の塗布法により説明したが、これに限る物でなく、真空蒸着法、スパッタ法、化学的気相堆積法、分散塗布法、ディッピング法、スピンナー法等によって形成される場合もある。

【0054】3) つづいて、フォーミングと呼ばれる通電処理を、素子電極5、6間に電圧を不図示の電源により、パルス状あるいは高速の昇電圧によって行くと、電子放出部形成用薄膜2の部位に構造の変化した電子放出部3が形成される(図2の(c))。この通電処理により電子放出部形成用薄膜2を局所的に破壊、変形もしくは変質せしめ、構造の変化した部位を電子放出部3と呼ぶ。尚、先に説明したように、電子放出部3は導電性微粒子で構成されていることを本出願人らは観察している。

【0055】また、上記フォーミング処理の電圧波形の一例を図4に示す。

【0056】図4中、T1及びT2は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、T1を1マイクロ秒~10ミリ秒、T2を10マイクロ秒~100ミリ秒とし、三角波の波高値(フォーミング時のピーク電圧)は4~10V程度とし、フォーミング処理は真空雰囲気化で数十秒間



から数分間程度で適宜設定した。

【0057】以上説明した電子放出部を形成する際に、素子の電極間に三角波パルス印加してフォーミング処理を行っているが、素子の電極間に印加する波形は三角波に限定することなく、矩形波などの所望の波形を用いても良く、その波高値及びパルス幅、パルス間隔等についても上述の値に限ることなく、電子放出部が良好に形成されるように、電子放出素子の抵抗値等に合わせ、所望の値を選択することができる。

【0058】尚、予め導電性微粒子を分散して構成した表面伝導形電子放出素子においては、前記製造方法の一部を変更しても良い。

【0059】上述のような素子構成を有し、また上述のような製造方法によって作成される本発明に係る電子放出素子の基本特性について、図3、図5を用いて説明する。

【0060】図3は、図1で示した構成を有する素子の電子放出特性を測定するための測定評価装置の概略構成図である。

【0061】図3において、1は基板、5及び6は素子電極、4は電子放出部を含む薄膜、3は電子放出部を示す。また、31は素子に素子電圧 $V_f$ を印加するための電源、30は素子電極5、6間の電子放出部を含む薄膜4を流れる素子電流 $I_f$ を測定するための電流計、34は素子の電子放出部より放出される放出電流 $I_e$ を捕捉するためのアノード電極、33はアノード電極34に電圧を印加するための高圧電源、32は素子の電子放出部3より放出される放出電流 $I_e$ を測定するための電流計である。

【0062】電子放出素子の上記素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_e$ の測定にあたっては、素子電極5、6に電源31と電流計30とを接続し、該電子放出素子の上方に電源33と電流計32とを接続したアノード電極34を配置している。また、電子放出素子及びアノード電極34は真空装置内に設置され、その真空装置には不図示の排気ポンプ及び真空計等の真空装置に必要な機器が具備されており、所望の真空化で本素子の測定評価を行えるようになっている。尚、排気ポンプは、ターボポンプ、ロータリーポンプからなる通常の高真空装置系と、更に、イオンポンプからなる超高真空装置系からなる。また、真空装置全体、及び電子源基板は、不図示のヒーターにより200℃程度まで加熱できるようにになっている。また、アノード電極の電圧は1kV~10kV、アノード電極と電子放出素子との距離Hは2mm~8mmの範囲で測定した。

【0063】更に、本発明者等は、上述の本発明に係わる表面伝導形電子放出素子の特性を鋭意検討した結果、本発明の原理となる特性上の特徴を見いだした。

【0064】図3に示した測定評価装置により測定された放出電流 $I_e$ および素子電流 $I_f$ と、素子電圧 $V_f$ の

関係の典型的な例を図5に示す。尚、図5は放出電流 $I_e$ が素子電流 $I_f$ に比べて著しく小さいので、任意単位で示されている。この図5からも明らかのように、本電子放出素子は放出電流 $I_e$ に対する三つの特性を有する。

【0065】まず第一に、本電子放出素子はある電圧（これを、閾値電圧と呼び、図5中には $V_{th}$ で示してある）以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流 $I_e$ が増加し、一方、閾値電圧 $V_{th}$ 以下では放出電流 $I_e$ がほとんど検出されない。即ち、本電子放出素子は、放出電流 $I_e$ に対する明確な閾値電圧 $V_{th}$ を持った非線形素子である。

【0066】第二に、放出電流 $I_e$ が素子電圧 $V_f$ に依存するため、放出電流 $I_e$ は素子電圧 $V_f$ で制御できる。

【0067】第三に、アノード電極34に捕捉される放出電荷は、素子電圧 $V_f$ を印加する時間に依存する。即ち、アノード電極34に捕捉される電荷量は、素子電圧 $V_f$ を印加する時間により制御できる。

【0068】以上のような特性を有するため、本発明に係る電子放出素子は、多方面への応用が期待できる。

【0069】一方、素子電流 $I_f$ は素子電圧 $V_f$ に対して、単調増加する特性（図4の実線で示され、これを、MI特性と呼ぶ）を示す場合と、電圧制御型負性抵抗特性（図4の破線で示され、これをVCNR特性と呼ぶ）を示す場合とがあるが、このような素子電流 $I_f$ の特性は、その素子の製造方法に依存することを本発明者等は新たに見出した。

【0070】即ち、素子電流 $I_f$ のVCNR特性は、通常の真空装置系で、フォーミングを行ったときに発生し、その特性は、フォーミング時の電氣的条件や、真空装置系の真空雰囲気条件等、あるいは、フォーミングを既に行った電子放出素子の特性測定時の真空装置系の真空雰囲気条件や、該測定時の電氣的測定条件、例えば、電子放出素子の電流-電圧特性を得るために、素子に印加する電圧を低電圧から高電圧まで掃引した時の掃引速度等、あるいは、該測定時までの電子放出素子の真空装置内での放置時間等に依存して、大きく変化することが判明した。尚、このとき、放出電流 $I_e$ に関しては、MI特性を示す。

【0071】更に本発明者等は、以上の判明した事項に鑑み、通常の真空装置内で、素子電流 $I_f$ がVCNR特性を示す表面伝導形電子放出素子を、超高真空系に移設して、高温ベーキング処理（例えば、100℃で15時間放置）後、該特性の測定を行うと、素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_e$ 共に、電圧 $V_f$ に対して、MI特性を示すことを新たに見出した。

【0072】尚、従来観察された、電子電流 $I_f$ の単調増加に類似の特性は、例えば、本出願人の特開平1-279542号公報に記載の素子のように、通常の真空装

15

置系で素子をフォーミング処理する際に、低電圧から高電圧への比較的速い掃引速度で電圧を素子に印加した場合に観察されているが、本発明者等が見出した、前記超高真空系での  $I_e$ 、 $I_f$  の単調増加特性とは異なり、その電流値が相違する。よって、従来の前記素子とは、素子の状態が明らかに相違するものと推定される。

【0073】 以上のような、表面伝導形電子放出素子の素子電流  $I_f$ 、放出電流  $I_e$  の素子印加電圧  $V_f$  に対する単調増加特性 (MI 特性) は、本発明に係わる表面伝導形電子放出素子の更なる多方面への応用を期待させる。

【0074】 次に本発明に係わる別な構成の表面伝導形電子放出素子である垂直型表面伝導形電子放出素子について説明する。

【0075】 図6は、本発明に係わる基本的な垂直型表面伝導形電子放出素子の構成を示す図である。

【0076】 図6中、1は基板、5と6は素子電極、4は電子放出部を含む薄膜、3は電子放出部、67は段差形成部である。ここで、基板1、素子電極5と6、電子放出部を含む薄膜4、電子放出部3は、前述した平面型表面伝導形電子放出素子と同様の材料で構成されたものであり、垂直型表面伝導形電子放出素子の特徴付ける段差形成部67、電子放出部を含む薄膜4について詳述する。

【0077】 段差形成部67は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成された  $SiO_2$  等の絶縁性材料で構成され、段差形成部67の厚さは、先に述べた平面型表面伝導形電子放出素子の素子電極間隔  $L_1$  に対応し、数百オングストロームから数十マイクロメートルであり、段差形成部の製法、及び素子電極間に印加する電圧と電子放出し得る電界強度により設定されるが、好ましくは数千オングストロームから数マイクロメートルである。

【0078】 電子放出部を含む薄膜4は、素子電極5、6と段差形成部67作成後に、形成するため、素子電極5、6の上に積層され、場合によっては、素子電極5、6との電気的接続をする重なりをもった所望の形状にされる。また電子放出部を含む薄膜4の膜厚は、その製法に依存しており、段差部での膜厚と素子電極5、6の上に積層された部分の膜厚では、異なる場合が多く、一般に段差部分の膜厚は薄い傾向にある。また、電子放出部3は、薄膜4のいずれかの位置に形成されるものであって、図6に示された位置に形成されるとは限らない。

【0079】 以上、表面伝導形電子放出素子の基本的な構成、製法について述べたが、本発明の思想によれば、表面伝導形電子放出素子の特性で先に述べた3つの特徴を有すれば、上述の構成、製法等に限定されず、後述の電子源や、表示装置等の画像形成装置に於ても適用できる。

【0080】 次に、本発明の主眼である電子源及び画像形成装置について述べる。

16

【0081】 前述した本発明に係る表面伝導形電子放出素子の3つの基本的特性の特徴、即ち、第一に本電子放出素子は閾値電圧 (図5中の  $V_{th}$ ) 以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流  $I_e$  が増加し、一方、閾値電圧  $V_{th}$  以下では放出電流  $I_e$  がほとんど検出されない。即ち、本電子放出素子は、放出電流  $I_e$  に対する明確な閾値電圧  $V_{th}$  を持った非線形素子である。

【0082】 第二に、放出電流  $I_e$  が素子電圧  $V_f$  に依存するため、放出電流  $I_e$  は素子電圧  $V_f$  で制御できる。

【0083】 第三に、アノード電極34 (図3) に捕捉される放出電荷は、素子電圧  $V_f$  を印加する時間に依存する。即ち、アノード電極34 (図3) に捕捉される電荷量は、素子電圧  $V_f$  を印加する時間により制御できる。

【0084】 によれば、表面伝導形電子放出素子からの放出素子は、閾値電圧以上では、対向する素子電極間に印加するパルス状電圧の波高値と幅で制御される。一方、閾値電圧以下では、ほとんど放出されない。この特性によれば、多数の電子放出素子を配置した場合においても、個々の表面伝導形電子放出素子に、上記パルス状電圧を適宜印加すれば、入力信号に応じて、任意の表面伝導形電子放出素子を選択し、その電子放出量が制御出来るという作用効果を奏する事となる。

【0085】 更に、本発明において、以上の3つの基本特性を有する表面伝導形電子放出素子の中でも、上記作用効果の点において、より好ましく適用され得る表面伝導形電子放出素子は、上述した通り、素子電流  $I_f$ 、放出電流  $I_e$  の双方とも、対向する一対の素子電極に印加する電圧  $V_f$  に対して、単調増加特性 (MI 特性) を有する表面伝導形電子放出素子である。

【0086】 以下で、この原理に基づき構成した電子源基板の構成について、図7を用いて説明する。

【0087】 図7において、1は基板、72はX方向配線、73はY方向配線、74は表面伝導形電子放出素子、75は結線である。尚、表面伝導形電子放出素子74は、前述した平面型あるいは垂直型どちらであってもよい。

【0088】 ここで、基板1は前述したガラス基板等の絶縁性基板であり、その大きさ及びその厚みは、基板1に設置される表面伝導形電子放出素子の個数及び個々の素子の設計上の形状、及び電子源の使用時容器の一部を構成する場合にはその容器を真空中に保持するための条件等に依存して適宜設定される。

【0089】 m本のX方向配線72は、DX1、DX2、…、DXmからなり、基板1上に、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成し、所望のパターンとした導電性金属等からなり、多数の表面伝導形電子放出素子にほぼ均等な電圧が供給される様に、その材料、膜厚、配線幅が設定される。

【0090】また、Y方向配線73はDY1、DY2、…、DYnのn本の配線よりなり、X方向配線72と同様に、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成し、所望のパターンとした導電性金属等からなり、多数の表面伝導形電子放出素子にほぼ均等な電圧が供給される様に、その材料、膜厚、配線幅等が設定される。

【0091】これらm本のX方向配線72とn本のY方向配線73との間には、不図示の層間絶縁層が設置され、電気的に分離されて、マトリックス配線を構成する。尚、ここでm、nは共に正の整数である。

【0092】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成されたSiO<sub>2</sub>等であり、X方向配線72を形成した基板1の全面或は一部の所望の形状で形成され、特に、X方向配線72とY方向配線73の交差部の電位差に耐え得る様に、その膜厚、材料、製法が適宜設定され、X方向配線72とY方向配線73の交差部のみに設置される場合もあり、このときは、結線75とX方向配線72あるいはY方向配線73との電気的接続は、コンタクトホールを介さず行う事ができる。また、X方向配線72とY方向配線73は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0093】尚、m本のX方向配線72の上に、n本のY方向配線73を層間絶縁層を介して設置した例で説明したが、n本のY方向配線73の上に、m本のX方向配線72を層間絶縁層を介して設置する場合もある。また、層間絶縁層が、前述した垂直型表面伝導形電子放出素子の段差部の形成材の一部あるいは全部となる場合もある。

【0094】更に、前述と同様にして、表面伝導形電子放出素子74の対向する電子電極（不図示）は、m本のX方向配線（DX1、DX2、…、DXm）72及びn本のY方向配線（DY1、DY2、…、DYn）73と、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成された導電性金属等からなる結線75によって電気的に接続されている。

【0095】ここで、m本のX方向配線72、n本のY方向配線73、結線75、及び対向する素子電極を構成する導電性金属は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、またそれぞれ異なってもよく、例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属或は合金及びPd、Ag、Au、RuO<sub>2</sub>、Pd-Ag等の金属或は金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>等の透明導体及びポリシリコン等の半導体材料等より適宜選択される。また、表面伝導形電子放出素子は、基板1あるいは、不図示の層間絶縁層上にどちらに形成してもよい。

【0096】また、後に詳述するが、前記X方向配線72には、X方向に配列する表面伝導形電子放出素子74の行を入力信号に応じて走査するために、X方向配線7

2に走査信号を印加するための不図示の走査信号印加手段が電気的に接続されている。一方、Y方向配線73には、Y方向に配列する表面伝導形電子放出素子74の列の各列を入力信号に応じて変調するために、Y方向配線73に変調信号を印加するための不図示の変調信号発生手段が電気的に接続されている。更に、複数の表面伝導形電子放出素子の各素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号との差電圧として供給されるものである。

10 【0097】次に、以上のようにして作成した電子源を用いた、表示等に用いる画像形成装置について、図8と図9を用いて説明する。尚、図8は画像形成装置の基本構成図であり、図9は蛍光膜を示す図である。

【0098】図8において、1は上述のようにして電子放出素子を作製した電子源基板、81は電子源基板1を固定したリアプレート、86はガラス基板83の内面に蛍光膜84とメタルバック85等が形成されたフェースプレート、82は支持枠であり、これらリアプレート81、支持枠82及びフェースプレート86を、それらの接合面にフリットガラス等を塗布し、大気中あるいは真空中で400～500℃、10分以上の条件で焼成することにより封着して、外囲器88を構成する。尚、図8において、74は図1における電子放出部に相当し、また、72、73は表面伝導形電子放出素子の一对の素子電極と接続されたX方向配線及びY方向配線である。ここで、これら素子電極と接続された配線は、素子電極と同一の材料よりなる場合には、素子電極と呼ぶこともある。

【0099】また、前記外囲器88は、上述の如く、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81で構成したが、リアプレート81は主に基板1の強度を補強する目的で設けられるため、基板1自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート81は不要であり、基板1に直接支持枠82を封着し、フェースプレート86、支持枠82、基板1にて外囲器88を構成しても良い。

【0100】次に、図9は蛍光膜を示す図であるが、図8の蛍光膜84は、モノクロームの場合は蛍光体のみから成るが、カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列によりブラックストライプあるいはブラックマトリクスなどと呼ばれる黒色導伝材91と蛍光体92とで構成される。

【0101】このようなブラックストライプあるいはブラックマトリクス設けられる目的は、カラー表示の場合必要となる三原色蛍光体の、各蛍光体92間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと、蛍光膜84における外光反射によるコントラストの低下を抑制することである。

【0102】また、ブラックストライプの材料としては、通常良く用いられている黒鉛を主成分とする材料だ

19

けでなく、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料であればこれに限るものではない。

【0103】尚、ガラス基板83に蛍光体を塗布する方法はモノクローム、カラーによらず、沈殿法や印刷法が用いられる。また、蛍光膜84の内面側には通常メタルバック85が設けられるが、メタルバックの目的は、蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレート86側へ鏡面反射することにより輝度を向上すること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用すること、外囲器内で発生した負イオンの衝突によるダメージからの蛍光体の保護等である。メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化处理（通常、フィリミングと呼ばれる）を行い、その後A1を真空蒸着等で堆積することで作製できる。

【0104】また、フェースプレート86には、更に、蛍光膜84の導伝性を高めるため、蛍光膜84の外側面に透明電極（不図示）を設けてもよい。

【0105】尚、前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させなくてはならないため、十分な位置合わせを行う必要がある。

【0106】外囲器88は、不図示の排気管を通じ、10のマイナス6乗トール程度の真空度にされ、外囲器88の封止がおこなわれる。尚、この時、不図示の排気管を通じ、例えば、ロータリーポンプ、ターボポンプをポンプ系とするような通常の真空装置系で、10のマイナス6乗トール程度の真空中で、容器外端子 $D_o \times 1 \sim D_o \times m$ と $D_o \times y 1 \sim D_o \times y n$ を通じて、素子電極間に電圧を印加し、上述のフォーミング処理を行い、電子放出部を形成して表面伝導形電子放出素子を作成する。但し、本発明において特に好適な表面伝導形電子放出素子である、上述の素子電流 $I_f$ 及び放出電流 $I_e$ が単調増加特性（MI特性）を示す表面伝導形電子放出素子とする場合には、例えば、上記フォーミング処理の後、80℃～150℃でベーキングを3～15時間行いながら、イオンポンプ等の超高真空装置系に切り替える等の工程が付加される。

【0107】また、外囲器88の封止後の真空度を維持するために、ゲッター処理を行う場合もある。これは、外囲器88の封止を行う直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等の加熱法により、外囲器88内の所定の位置（不図示）に配置されたゲッターを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常Ba等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、例えば1×10マイナス5乗～1×10マイナス7乗トールの真空度を維持するものである。

【0108】以上のように完成した本発明の画像形成装置において、各電子放出素子には、容器外端子 $D_o \times 1 \sim D_o \times m$ 、 $D_o \times y 1 \sim D_o \times y n$ を通じ、電圧を印加することにより電子放出させ、高圧端子Hvを通じ、メタルバック85あるいは透明電極（不図示）は数

20

kV以上の高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光膜84に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示するものである。

【0109】以上述べた構成は、表示等に用いられる好適な画像形成装置を作製する上で必要な概略構成であり、例えば各部材の材料等、詳細な部分は上述内容に限られるものではなく、画像形成装置の用途に適するよう適宜選択する。

【0110】次に、本発明の電子源及び画像形成装置の駆動法の実施態様例について説明する。

【0111】本発明に関わる第1の駆動方法によれば、前記走査信号を印加する手段（選択手段ともいう）は、前記m本のX方向配線のうち任意に選択された配線に対してはV1[V]、残る他の配線に対してはV2[V]の電圧を印加する事により、V1[V]の印加された配線と接続する表面伝導形放出素子を選択的に走査するものである（V1[V]とV2[V]は互いに異なる。）。また前記変調信号発生手段は、前記n本のY方向配線に対して一定の長さのパルス状の電圧を発生するものであるが、n本の各々に対して対応する入力信号、例えば、原画像信号の輝度レベルに応じてパルスの電圧波高値（Vm[V]と呼ぶ）を変更する事により、表示画像の輝度を変調するものである。

【0112】より詳しくは、走査されているN個の電子放出素子に印加される駆動電圧 $V_m - V_1$ [V]の絶対値は、先に述べた電子放出素子のVfとIeの関係を利用して変調され、各々原画像信号の輝度レベルに応じて所望強度の電子ビームが出力されるよう制御される。

【0113】一方、走査されていない電子放出素子に印加される駆動電圧 $V_m$ [V] - V2[V]の絶対値は、先に述べた電子放出素子のしきい値電圧Vthの絶対値を越えないよう制御される。このため、走査されている電子放出素子からのみ所望強度の電子ビームが一定のさの間出力され、走査されていない電子放出素子からは電子ビームが出力される事はない。

【0114】また、本発明に関わる第2の駆動方法によれば、前記走査信号を印加する手段は、前記m本のX方向配線のうち任意に選択された配線に対してはV3[V]、残る他の配線に対してはV4[V]の電圧を印加する事により、V3[V]の印加された配線と接続する表面伝導形放出素子を選択的に走査するものである（V3[V]とV4[V]は互いに異なる。）。

【0115】また前記変調信号発生手段は、前記N本のY方向配線に対して一定の波高値（Vp[V]と呼ぶ）を有するパルス状の電圧を発生するものであるが、N本の各々に対して対応する原画像信号の輝度レベルに応じてパルスの長さ（Pw[S]と呼ぶ）を変更する事により、表示画像の輝度を変調するものである。

【0116】より詳しくは、走査されているN個の電子放出素子に印加される駆動電圧 $V_p - V_3$ [V]の絶対

値は、先に述べた電子放出素子のしきい値電圧 $V_{th}$ の絶対値を越えるものであり、パルスの長さ $Pw$  [S]を個別に変調することにより、各々入力信号、例えば、原画像信号の輝度レベルに応じた所望の電荷量の電子が出力されるよう制御される。

【0117】一方、走査されていない電子放出素子に印加される駆動電圧 $V_p - V_4$  [V]の絶対値は、電子放出素子のしきい値電圧 $V_{th}$ の絶対値を越えないように制御される。このため、走査されている電子放出素子からのみ所望の電荷量の電子が出力され、走査されていない電子放出素子からは、電子ビームが出力される事はない。

【0118】また、本発明に関わる第3の駆動方法によれば、前記走査信号を印加する手段は、前記M本のX方向配線のうち任意に選択された配線に対しては $V_5$  [V]、残る他の配線に対しては $V_6$  [V]の電圧を印加する事により、 $V_5$  [V]の印加された配線と接続する表面伝導形放出素子を選択的に走査するものである（ここで、 $V_5$  [V]と $V_6$  [V]との間には、 $V_5 - V_6 =$ 一定の条件が満足される必要がある。）。

【0119】また前記変調信号発生手段は、前記N本のY方向配線に対してパルス状の電圧を発生するものであるが、N本の各々に対して対応する原画像信号の輝度レベルに応じてパルスを印加するタイミングもしくは電圧波高値もしくはその両方を変更する事により、表示画像の輝度を変調するものである（ここで、パルスを印加するタイミングとはパルスの長さ、もしくは走査信号に対するパルスの位相、もしくはその両方を意味する。）。

【0120】より詳しくは、走査されているN個の電子放出素子に印加される駆動電圧は、パルスの長さ及び波高値の両方を変調された電圧パルスであり、当該素子の走査期間を通じて放出される電子の電荷積分量が入力信号、例えば原画像の輝度レベルに応じた量となるように制御されている。

【0121】一方、走査されていない電子放出素子に印加される駆動電圧は、当該素子の走査期間を通じて、電子放出素子のしきい値電圧 $V_{th}$ を越えないように制御される。このため、走査されている電子放出素子からのみ所望の電荷量の電子が出力され、走査されていない電子放出素子からは、電子ビームが出力される事はない。

【0122】尚、前述したように、表面伝導形電子放出素子の基本特性、即ち、素子電流 $I_f$ 、電子放出電流 $I_e$ が共に、素子に印加する電圧に対して、単調増加特性を示す本発明の電子源及び画像形成装置によれば、本発明にかかわる3つの駆動法において、走査されていない電子放出素子からは電子ビームが出力される事はないが、電子放出電流 $I_e$ が素子に印加する電圧に対して単調増加特性を示すが、素子電流 $I_f$ がVCNR特性を示す場合は、走査されていない電子放出素子からは電子ビームが出力される場合もある。これは、走査されてい

い電子放出素子に印加される駆動電圧 $V_m$  [V] -  $V_2$  [V]の印加中に、表面伝導形電子放出素子の状態が変化し、先に述べた電子放出素子のしきい値電圧 $V_{th}$ の絶対値を越えたと推定される。

【0123】次に、本発明の電子源及び画像形成装置の分割駆動法の実施態様例について説明する。

【0124】図10に示す様に、複数の電子放出素子Aを有する線電子放出素子( $X_1$ 、 $X_2$ 、...)と、変調電極群( $Y_1$ 、 $Y_2$ 、...)とがXYマトリックス状(行列状)に配置されている装置において、複数の線電子放出素子( $X_1$ 、 $X_2$ 、...)のうち任意の一行に、電子放出に必要な電圧 $V_f$ が印加され、変調電極群( $Y_1$ 、 $Y_2$ 、...)には該一行分の情報信号に応じた電圧が印加されて、該一行分の情報信号に応じた電子線の放出パターンが形成される。かかる動作を前記線電子放出素子の各列毎に順次行い、一画面分、さらには多画面分の電子線放出パターンが形成される。更に、該放出パターンの電子線を画像形成部材面に照射させることにより、一画面分、更には多画面分の画像が該画像形成部材面に形成される。

【0125】ここで、本発明の駆動方法においては、上記変調電極群( $Y_1$ 、 $Y_2$ 、...)への情報信号に応じた電圧印加にあたって、オン電圧が印加される変調電極(例えば $Y_2$ )と隣接する変調電極( $Y_1$ 、 $Y_3$ )には、情報信号にかかわらずカットオフ電圧が印加される。この結果、変調電極 $Y_1$ 、 $Y_3$ は定電位に維持される。

【0126】このような駆動方法を採用することにより、オン電圧によって画像形成部材へ飛翔する電子線は、上述の如き隣接する変調電極列へ印加される電圧の悪影響を受けない。また、電子ビーム間のクロストークもなくなる。

【0127】本発明の上記駆動方法の例を挙げるならば、上記変調電極群への情報信号の入力を上記変調電極のn列( $n \geq 1$ )おきに、時間的にn+1回に分割して行い、且つ該情報信号が入力されていない変調電極にはカットオフ信号を入力する駆動方法である。

【0128】図10において、入力信号は変調電極群( $Y_1$ 、 $Y_2$ 、...)の偶数列と奇数列とに、2回に分割して入力され、各回の入力信号非入力の変調電極にはカットオフ信号が入力される。例えば、電子放出に必要な電圧 $V_f$ は線電子放出素子の $X_1$ 列に印加され、変調電極群( $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Y_3$ 、...)への情報信号の入力は、1)まず、変調電極 $Y_1$ 、 $Y_3$ 、 $Y_5$ 列に情報信号が、変調電極 $Y_2$ 、 $Y_4$ 、 $Y_6$ 列にはカットオフ信号がそれぞれ入力され、次に、2)変調電極 $Y_2$ 、 $Y_4$ 、 $Y_6$ 列に情報信号が、変調電極 $Y_1$ 、 $Y_3$ 、 $Y_5$ 列にはカットオフ信号がそれぞれ入力されて、 $X_1$ 列分の情報信号に応じた電子線放出パターンが形成される。かかる動作を各線電子放出素

子列毎に順次行い一画面分、さらには多画面分の電子線放出パターンが形成される。更に、該放出パターンの電子線を画像形成部材面に照射させることにより、一画面分、さらに多画面分の画像が該画像形成部材面に形成される。

【0129】ここで、電子源からの上記放出パターンの電子線が効率的に画像形成部材面に照射させるために、該画像形成部材に適度な電圧が印加されるが、かかる電圧の大きさは、上記オン電圧並びにカットオフ電圧の大きさ、及び用いる電子放出素子の種類によって適宜選定される。

【0130】また、上記情報信号(変調信号)はオン信号、即ち、電子線の画像形成部材への一定量以上の照射を許容し得る電圧信号と上記カットオフ信号、即ち、電子線の画像形成部材への照射を阻止し得る電圧信号とを有するが、画像の諧調表現を行う場合には、更に諧調信号、即ち電子線の画像形成部材への照射量を火可変する電圧信号をも含む。また、上記オン信号、カットオフ信号は用いられる電子放出素子の種類、あるいは該画像形成部材に印加される電圧の大きさなどによって適宜設定されるものである。

【0131】また、本発明の駆動方法にて駆動が行われる電子源及び画像形成装置の構成については、例えば、画像形成部材としてレッド(R)、グリーン(G)、ブルー(B)の蛍光体を配置した、カラー表示の画像形成部材であっても良い。

【0132】また、本発明の駆動方法における分割数は、図10で示した2分割のみならず、適宜設定される。

【0133】また、入力信号が入力された変調電極に隣接する変調電極には、カットオフ信号を入力したが、カットオフ信号を入力しない場合には、一素子あたりに許される時間が分割数増加し、十分な電子放出が得られるという別の効果も期待できる。

【0134】尚、この場合は $Y_1$ 、 $Y_2$ 、…ではなく $X_1$ 、 $X_2$ 、…を分割して駆動しても良い。

【0135】次に、本発明の電子源及び画像形成装置において、より高品位な画像を得ることのできる実施態様例を以下に示す。

【0136】図11は複数の表面伝導形電子放出素子を、マトリクス状に配置した電子源を用いた、前述の図8に示すような画像形成装置の一画面分に対応する概略構成及び電子線の飛翔状態を示す図である。

【0137】同図において、1は基板、5は高電位側素子電極、6は低電位側素子電極であり、これらは狭いギャップを有して基板1上に形成されており、この狭いギャップ間に薄膜から電子放出部3を形成して表面伝導形電子放出素子を構成し、更に、該素子基板と対向して配置されるフェースプレート86とにより画像表示装置を構成している。

【0138】上記フェースプレート86は、ガラス板83とメタルバック85、画像形成部材84(ここでは蛍光体)から成り、基板1の上方、距離Hの位置に置かれている。

【0139】上記構成において、素子電極5、6間に素子駆動用電源10により電圧 $V_f$ を印加すると、電子が電子放出部3から放出され、電子ビーム加速用電源11からメタルバック85を通じて蛍光体84に印加される加速電圧 $V_a$ により、当該電子は加速され蛍光体84に衝突し、これを発光させフェースプレート86上に輝点9を形成する。

【0140】図12は、図11に示したような装置において、本発明者らが観察した蛍光体の輝点9の拡大概略図である。

【0141】図12に示されるように、蛍光体の輝点全体は素子電極への電圧印加方向(図中X方向)及びそれと垂直な方向(Y方向)にある広がりを持っていることが確認された。

【0142】このような輝点が形成される理由、即ち、電子ビームがある広がりを持って画像形成部材に到達する理由については、表面伝導形電子放出素子の電子放出機構について完全に解明されてはいないので明確ではないが、本発明者らは、幾多の実験から初速度を持った電子があらゆる方向へ散乱されるように放出されているためと考えている。

【0143】また、本発明者らは、あらゆる方向へ放出される電子のうち、高電位側素子電極方向(図中Xプラス方向)に放出された電子が輝点の先端部18に到達し、低電位側素子電極方向(図中Xマイナス方向)に放出された電子が輝点の尾部19に到達するというように、基板面に対し角度分布を有する電子が放出されることによりX方向についてある広がりを持った輝点が得られると考えている。但し、輝点の尾部の輝度は他の部分に比べ一層低かったため、低電位側素子電極方向に放出される電子の量は非常に少ないと推察される。

【0144】更に、本発明者らの実験によると、図11及び図12において、輝点9は電子放出部3の鉛直上方からXプラス方向、即ち、高電位側素子電極5の側へずれていることがわかった。

【0145】この理由は、表面伝導形電子放出素子上の空間の電位分布が、図13に示されるように、電子放出部3の近傍において等電位面が画像形成部材85面と平行になっていないため、放出された電子は加速電圧 $V_a$ により加速され図中Z方向に飛翔するだけでなく、高電位側素子電極5方向にも加速されるためと本発明者らは考えている。

【0146】即ち、電子放出させるために必要な印加電圧 $V_f$ により、電子は放出された直後、偏向作用を受けることが避けられないためと考えられる。

【0147】そこで本発明者らは、輝点9の形状や大き

さ、電子放出部3の鉛直上方からX方向への位置ずれの値などを詳細に検討し、輝点先端部までのずれ量(図11中の $\Delta X1$ )と輝点尾部までのずれ量(図11中の $\Delta X2$ )を $V_a$ 、 $V_f$ 、 $H$ をパラメーターとして表わすことを試みた。

【0148】荷電粒子の運動方程式から電子源の上方(Z方向)距離 $H$ に $V_a$ (V)の電圧が印加されたターゲットがあり、電子源〜ターゲット間には一様な電場が存在する時、X方向には初速度 $V$ (eV)、Z方向には初速度0で射出した電子は、ターゲットに到達するまでに、X方向に

【0149】

【外1】

$$\Delta X = 2H \sqrt{\frac{V}{V_a}} \quad \dots (1)$$

だけ、変位する。

【0150】本発明者らの行った実験では、素子電極間に印加する電圧の影響で、図13に示したように、電子放出部近傍において電場が湾曲しており、X方向へも電子が加速されるが、通常電子放出素子に印加する電圧に対し、画像形成部材に印加される電圧が十分大きいので、電子は電子放出部の近傍のみでX方向に加速され、その後はX方向速度はほとんど一定と考えられるので、電子放出部近傍でX方向に加速された後の速度を式(1)の $V$ に代入すれば、X方向への電子ビームのずれが求められると考えられる。

【0151】今、電子が電子放出部近傍でX方向に加速されたあと得たX方向の速度成分を $C$ (eV)とすると、 $C$ は素子に印加する電圧 $V_f$ の値によって変化する定数と考えられる。そこで $C$ を $V_f$ の関数として $C(V_f)$ (単位はeV)として表し(1)式に代入すれば、ずれ量 $\Delta X0$ は下記(2)式で表せる。

【0152】

$$\Delta X0 = 2H \sqrt{C(V_f)/V_a} \quad \dots (2)$$

但し、(2)式は電子放出部からX方向の初速度0で放出された電子が、電子放出部近傍で素子電極間に印加される電圧 $V_f$ の影響でX方向速度 $C$ (eV)となった場合のずれ量を表している。

【0153】実際には、前述のように、表面伝導形電子放出素子から放出される電子はあらゆる方向に初速度をもって放出されると考えられるため、その初速度の大きさを $v0$ (eV)とすると、(1)式から、X方向へ最も大きくずれる電子ビームのずれ量は

$$\Delta X1 = 2H \sqrt{(C+v0)/V_a} \quad \dots (3)$$

$$\sqrt{(\Delta X1^2 - \Delta X2^2)/2} = 2H \sqrt{v0/V_a} \quad \dots (9)$$

また(5)、(6)式から

$$\sqrt{(\Delta X1^2 - \Delta X2^2)/2} = 2H \sqrt{V_f/V_a} \times \sqrt{(K2^2 - K3^2)/2} \quad \dots (10)$$

(9)、(10)式を比べると、

$$2H \sqrt{v0/V_a} = 2H \sqrt{V_f/V_a} \times \sqrt{(K2^2 - K3^2)/2}$$

X方向へのずれ量が最も小さい電子ビームのずれ量は $\Delta X2 = 2H \sqrt{(C-v0)/V_a} \quad \dots (4)$

となると考えられる。

【0154】ここで、 $v0$ も電子放出部に印加される電圧エネルギーである $V_f$ により値が変化する定数と考えられるから、結局 $C$ も $v0$ も $V_f$ の関係であると言えるから、定数 $K2$ 、 $K3$ を用いて

$$\sqrt{(C+v0)(V_f)} = K2 \sqrt{V_f},$$

$$\sqrt{(C-v0)(V_f)} = K3 \sqrt{V_f}$$

と書き換えられる。

【0155】これを用いて(3)(4)を変形すると

$$\Delta X1 = K2 \times 2H \sqrt{V_f/V_a} \quad \dots (5)$$

$$\Delta X2 = K3 \times 2H \sqrt{V_f/V_a} \quad \dots (6)$$

ここで、 $H$ 、 $V_f$ 、 $V_a$ は測定可能な量であり、 $\Delta X1$ 、 $\Delta X2$ も測定可能な量である。

【0156】本発明者らは、図11において、 $H$ 、 $V_f$ 、 $V_a$ を変えて $\Delta X1$ 、 $\Delta X2$ を測定する実験を種々行うことにより、 $K2$ 、 $K3$ の値としてそれぞれ下記の値を得た。

$$K2 = 1.25 \pm 0.05$$

$$K3 = 0.35 \pm 0.05$$

これは加速電界の強度( $V_a/H$ )が1kV/mm以上の時、特に良く成り立つ。

【0158】以上の知見をもとにすれば、画像形成部材面での電子ビームスポットの電子放出素子への電圧印加方向(X方向)の大きさ( $S1$ とする)は、 $S1 = \Delta X1 - \Delta X2$ として簡単に求められる。

【0159】 $K1 = K2 - K3$ と置けば(5)、(6)式から

$$S1 = K1 \times 2H \sqrt{V_f/V_a} \quad \dots (7)$$

但し、 $0.8 \leq K1 \leq 1.0$

となる。

【0160】次に電子放出素子への電圧印加方向と垂直な方向のスポットサイズを考えると上述したことから、電子放出素子への電圧印加方向と垂直な方向(図11Y方向)へも、電子ビームは初速度 $v0$ で放出されることが考えられるが、図からもわかるように電子ビームは射出以降、Y方向へはほとんど加速されない。

【0161】そこで電子ビームのY方向への変位量は、Yプラス方向、Yマイナス方向とも

$$\Delta Y = 2H \sqrt{v0/V_a} \quad \dots (8)$$

となると考えられる。

【0162】ここで(3)、(4)式から



27

) ... (11)

よって、(11)式右辺の $\sqrt{(K2^2 - K3^2) / 2} = K4$ と置けば、画像形成部材面での電子ビームスポットのY方向の大きさ(S2とする)は、電子放出部\*

$$S2 = L + 2\Delta Y = L + 2K4 \times 2H\sqrt{(Vf/Va)} \dots (12)$$

式(12)の形になるとH、Vf、Va、Lが測定可能であるから、S2を実験で測定することにより、係数K4の値は決められるが、 $K2 = 1.25 \pm 0.05$ 、 $K3 = 0.35 \pm 0.05$ であることと、K4の定義からは $0.08 \leq K4 \leq 0.09$ となる。これは、Y方向のスポットサイズを求める実験から、得られた値と良く一致していた。

【0164】さらに、本発明者らは、以上得られた関係式をもとに、複数の電子放出部から放出される電子ビームの、画像形成部材面上での関係を考察した。

【0165】図11に示した構成では、放出された電子は、素子電極近傍の電場の湾曲(図13)や、電極のエッジの影響等で、図12に示したように、X軸に非対称な形状で画像形成部材面に達する。 ※

$$K2 \times 2H\sqrt{(Vf/Va)} \geq D/2 \geq K3 \times 2H\sqrt{(Vf/Va)} \dots (13)$$

但しK2、K3は定数で $K2 = 1.25 \pm 0.05$   
 $K3 = 0.35 \pm 0.05$

また、電圧印加方向と垂直な方向(Y方向)についても、上述した内容から、Y方向の長さLの電子放出部から放出された電子による輝点が、Y方向に連続であることが必要なとき、電子放出素子のY方向の配列ピッチPを下記(14)式を満たすようにすれば良い。

【0169】

$$P < L + 2K5 \times 2H\sqrt{(Vf/Va)} \dots (14)$$

但し $K5 = 0.80$ 

逆にY方向長さLの電子放出部から放出された電子による輝点がY方向において非連続であることが必要な場合は、電子放出素子のY方向の配列ピッチPを下記(15)式を満足するようにすれば良い。

【0170】

$$P \geq L + 2K6 \times 2H\sqrt{(Vf/Va)} \dots (15)$$

但し $K6 = 0.90$ 

また、本発明の思想によれば、表示に用いられる好適な画像形成装置に限るものでなく、感光性ドラムと発光ダイオード等で構成された光プリンターの発光ダイオード等の代替の発光源として、上述の画像形成装置を用いることもできる。この際、上述のm本の行方向配線とn本の列方向配線を、適宜選択することで、ライン状発光源だけでなく、2次元状の発光源としても応用できる。

【0171】以下に、実施例を挙げて、本発明を更に詳述する。

【0172】

【実施例】

(実施例1) 本実施例は、本発明の電子源及び画像形成

28

のY方向の長さをLとして、次式で表せる。

【0163】

※【0166】スポット形状の歪みとか、非対称性は画像の解像度の低下を引き起こし、特に文字などを表示する場合、文字の判別性が低下し、また動画の場合でも画像のきれが悪く、鮮明な画像が得られない。

10 【0167】この場合、輝点の形状はX軸に非対称だが、先端部から尾部までが、電子放出部の鉛直上方からどれだけずれるかは、式(5)、(6)から明らかであるから、本発明者らは、複数の電子放出部が電圧印加方向において、下記(13)式で表される間隔Dをもって配置されれば、該複数の電子放出部から放出された電子ビームが、画像形成部材面上で一つに重なることにより、対称性の良い輝点形状が得られる事を見いだした。

【0168】

装置に関し、多数の平面型表面伝導形電子放出素子を層間絶縁層上に形成し、素子電極、X方向配線、Y方向配線、及び、該素子電極と該配線とを結ぶ結線の夫々を構成する材料が、同一あるいはその材料を構成する元素の一部が同一である場合を示す実施例である。

【0173】電子源の一部の平面図を図14に示す。また、図中のA-A'断面図を図15に、また、その製造方法を示す図を、図16、図17に示す。但し、図14、図15、図16で同じ記号を示したものは、同じものを示す。

【0174】ここで1は基板、72は図7のDXmに対応するX方向配線(下配線とも呼ぶ)、73は図7のDYnに対応するY方向配線(上配線とも呼ぶ)、4は電子放出部を含む薄膜、5、6は素子電極、111は層間絶縁層、112は、素子電極5と下配線72と電気的接続のためのコンタクトホールである。

【0175】次に製造方法を図16、図17により工程順に従って具体的に説明する。

40 【0176】工程-a: 清浄化した青板ガラス上に厚さ0.5ミクロンのシリコン酸化膜をスパッタ法で形成した基板1上に、真空蒸着により厚さ500オングストロームのCr、厚さ6000オングストロームのAuを順次積層した後、ホトレジスト(AZ1370 ヘキスト社製)をスピンナーにより回転塗布、ベークした後、ホトマスク像を露光、現像して、下配線72のレジストパターンを形成し、Au/Cr堆積膜をウェットエッチングして、所望の形状の下配線72を形成する(図16の(a))。

【0177】工程-b: 次に、厚さ1.0ミクロンのシ

リコン酸化膜からなる層間絶縁層111をRFスパッタ法により堆積する(図16の(b))。

【0178】工程-c:前記工程bで堆積したシリコン酸化膜にコンタクトホール112を形成するためのホトレジストパターンを作り、これをマスクとして層間絶縁層111をエッチングして、コンタクトホール112を形成する(図16の(c))。

【0179】尚、エッチングはCF<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>ガスを用いたRIE(Reactive Ion Etching)法によった。

【0180】工程-d:その後、素子電極5と、素子電極間ギャップGとなるべきパターンをホトレジスト(RD-2000N-41 日立化成社製)形成し、真空蒸着法により、厚さ500ÅのTi、厚さ1000ÅのNiを順次堆積した。ホトレジストパターンを有機溶剤で溶解し、Ni/Ti堆積膜をリフトオフし、素子電極間隔Gは3μmとし、素子電極の幅W1が300μmとなるように素子電極5、6を形成した(図16の(d))。

【0181】工程-e:素子電極5、6の上に上配線73のホトレジストパターンを形成した後、厚さ500ÅのTi、厚さ5000ÅのAuを順次真空蒸着により堆積し、リフトオフにより不要の部分を除去して、所望の形状の上配線73を形成した(図17の(e))。

【0182】工程-f

図18に本工程に関わる電子放出素子の電子放出部形成用薄膜2のマスクの平面図の一部を示す。素子間電極ギャップL1およびこの近傍に開口を有するマスクであり、このマスクにより膜厚1000ÅのCr膜121を真空蒸着により堆積・パターニングし、その上に有機Pd(ccp4230奥野製薬(株)社製)をスピナーにより回転塗布、300℃で10分間の加熱焼成処理をした(図17の(f))。

【0183】また、こうして形成された、主元素としてPdよりなる微粒子からなる電子放出部形成用薄膜2の膜厚は100Å、シート抵抗値は5×10の4乗Ω/□であった。なお、ここで述べる微粒子膜とは、上述したように、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接、あるいは、重なり合った状態(島状も含む)の膜をさし、その粒径とは、前記状態で粒子形状が認識可能な微粒子についての径をいう。

【0184】工程-g:Cr膜121および焼成後の電子放出部形成用薄膜2を酸エッチャントによりエッチングして所望のパターンを形成した(図17の(g))。

【0185】工程-h:コンタクトホール112部分以外にレジストを塗布するようなパターンを形成し、真空蒸着により厚さ500ÅのTi、厚さ50

00ÅのAuを順次堆積した。リフトオフにより不要の部分を除去することにより、コンタクトホール112を埋め込んだ(図17(h))。

【0186】以上の工程により絶縁性基板1上に下配線72、層間絶縁層111、上配線73、素子電極5、6、電子放出部形成用薄膜2を形成した。

【0187】次に、以上のようにして作成した電子源を用いて表示装置を構成した例を、図8と図9を用いて説明する。

10 【0188】上述のようにして多数の平面型表面伝導形電子放出素子を作製した基板1をリアプレート81上に固定した後、基板1の5mm上方に、フェースプレート86(ガラス基板83の内面に蛍光膜84とメタルバック85が形成されて構成される)を支持枠82を介し配置し、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81の接合部にフリットガラスを塗布し、大気中で410℃で10分焼成することで封着した(図8)。

20 【0189】また、リアプレート81への基板1の固定もフリットガラスで行った。尚、図8において、74は電子放出素子、72と73はそれぞれX方向及びY方向の素子配線である。

【0190】蛍光膜84は、モノクロームの場合は蛍光体のみから成るが、本実施例では蛍光体はストライプ形状を採用し、先にブラックストライプを形成し、その間隙部に各色蛍光体を塗布し、蛍光膜84を作製した。ここで、ブラックストライプの材料としては、通常良く用いられる黒鉛を主成分とする材料を用いた。尚、ガラス基板83に蛍光体を塗布する方法はスラリー法を用いた。

30 【0191】また、蛍光膜84の内面側には通常メタルバック85を設けた。このメタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理(通常フィルミングと呼ばれる)を行い、その後、Alを真空蒸着することで作製した。

【0192】フェースプレート86には、更に、蛍光膜84の導伝性を高めるため、蛍光膜84の外側面に透明電極(不図示)が設けられる場合もあるが、本実施例では、メタルバックのみで十分な導伝性が得られたので省略した。

40 【0193】また、前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させなくてはならないため、十分な位置合わせを行った。

【0194】以上のようにして完成したガラス容器内の雰囲気は排気管(図示せず)を通じ真空ポンプにて排気し、十分な真空度に達した後、容器外端子Dx、1~D<sub>0</sub>、xmとD<sub>0</sub>、y1~D<sub>0</sub>、ynを通じ電子放出素子74の素子電極間に電圧を印加して、電子放出部を、電子放出部形成用薄膜を通電処理(フォーミング処理)することにより作成した。フォーミング処理の電圧波形を図4に示す。

【0195】図4中、T1及びT2は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、本実施例ではT1を1ミリ秒、T2を10ミリ秒とし、三角波の波高値（フォーミング時のピーク電圧）は10Vとし、フォーミング処理は約1×10マイナス6乗トールの真空雰囲気下で60秒間行った。

【0196】このように作成された電子放出部は、バリジウム元素を主成分とする微粒子が分散配置された状態となり、その微粒子の平均粒径は30オングストロームであった。

【0197】次に10のマイナス6乗トール程度の真空度で、不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し外囲器の封止を行った。

【0198】最後に封止後の真空度を維持するために、高周波加熱法でゲッター処理を行った。

【0199】以上のように完成した本発明の画像表示装置において、各電子放出素子には、容器外端子Dx1～Dxm、Dy1～Dynを通じ、走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段よりそれぞれ印加することにより、電子放出させ、高圧端子Hvを通じ、メタルバック85に5kVの高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光膜84に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示した。

【0200】また、上述の工程で作製した平面型表面伝導形電子放出素子の特性を把握するために、同時に、図1に示した平面型表面伝導形電子放出素子のL1、W1、W2等を同様のものにした標準的な比較サンプルを作製し、その電子放出特性の測定を上述の図3の通常真空装置系の測定評価装置を用いて行った。尚、比較サンプルの測定条件は、アノード電極と電子放出素子間の距離を4mm、アノード電極の電位を1kV、電子放出特性測定時の真空装置内の真空度を1×10マイナス6乗トールとした。また、素子に印加する電圧の掃引速度は、素子電流If及び電子放出電流Ie共に単調増加する約1V/秒とした。

【0201】比較サンプルの電極5及び6の間に素子電圧を印加し、その時に流れる素子電流If及び放出電流Ieを測定したところ、図5に示したような電流-電圧特性が得られた（図19）。また、本素子では、図19に示すように、素子電圧8V程度から急激に放出電流Ieが増加し、素子電圧14Vでは素子電流Ifが2.2mA、放出電流Ieが1.1マイクロAとなり、電子放出効率 $\eta = I_e / I_f \times 100$  (%)は0.05%であった。尚、実施態様においては前述したように、測定条件、真空装置の条件等により、素子の特性は変化するため、これらの条件はでき得るかぎり一定となるように測定を行った。

【0202】（実施例2）本実施例は、本発明の電子源及び画像形成装置に関し、多数の垂直型表面伝導形電子放出素子を基板上に形成し、X方向配線とY方向配線と

の層間絶縁層が、垂直型表面伝導形電子放出素子の段差形成部を兼ねており、素子電極、X方向配線、Y方向配線、及び該素子電極と該配線とを結ぶ結線の各々を構成する材料が、同材料あるいはその構成元素の一部が同一である場合を示す実施例である。

【0203】電子源の一部の平面図は、図14と概略同様であるから省略する。また、図14中のA-A'断面図を図20に示す。但し、図20で上述の図と同じ記号を示したものは同じものを示す。ここで1は基板、72は図7のDxmに対応するX方向配線（ここでは、上配線とも呼ぶ）、73は図7のDynに対応するY方向配線（ここでは、下配線とも呼ぶ）、4は電子放出部を含む薄膜、5、6は素子電極、111は層間絶縁層である。

【0204】次に、製造方法を図21により工程順に従って具体的に説明する。

【0205】工程-a：清浄化した青板ガラスからなる基板1上に、真空蒸着により厚さ5000オングストロームのPdを積層した後、ホトレジスト（AZ1370ヘキスト社製）をスピンナーにより回転塗布、ベークした後、ホトマスク像を露光、現像して、Y方向配線73のレジストパターンを形成し、Pd膜をエッチングして、所望の形状のY方向配線73と素子電極5を同時に形成する（図21の（a））。

【0206】工程-b：次に、厚さ1.5ミクロンのシリコン酸化膜からなり、X方向配線72とY方向配線73との層間絶縁層111であり、しかも、垂直型表面伝導形電子放出素子の段差形成部67を兼ねる層間絶縁層111をRFスパッタ法により堆積する（図21の（b））。

【0207】工程-c：前記工程-bで堆積したシリコン酸化膜に所望の形状の段差形成部67及び層間絶縁層111を形成するためのホトレジストパターンを作り、これをマスクとして層間絶縁層111をエッチングして、所望の形状の段差形成部67及び層間絶縁層111を形成する（図21の（c））。

【0208】尚、エッチングは、CF<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>ガスを用いてRIE（Reactive Ion Etching）法によった。

【0209】工程-d：その後、素子電極6と、結線75となるべきパターンをホトレジスト（RD-2000N-41日立化成社製）形成し、真空蒸着法により、厚さ1000オングストロームのPdを堆積した。ホトレジストパターンを有機溶剤で溶解し、Pd堆積膜をリフトオフし、段差形成部67の厚さに対応する素子電極間隔は1.5ミクロンとなり、素子電極5に対向する素子電極6を電極幅を500ミクロンとし形成した（図21の（d））。

【0210】工程-e：実施例1と同様にして、素子電極5、6と、この近傍に開口を有するような形状で、膜

厚1000オングストロームのCr膜を真空蒸着により堆積・パターンニングし、その上に有機Pd (ccp4230奥野製薬(株)社製)をスピナーにより回転塗布し、300℃で10分間の加熱焼成処理をして電子放出部形成用薄膜2を形成した。

【0211】また、こうして形成された、主元素がPdである微粒子からなる電子放出部形成用薄膜2の膜厚は150オングストローム、シート抵抗値は $7 \times 10^4$ の $\Omega/\square$ であった。その後、Cr膜および焼成後の電子放出部形成用薄膜2を酸エッチャントによりウエットエッチングして所望のパターンを形成した(図21の(e))。

【0212】工程-f: 素子電極6の上に厚さ約10ミクロンのAg-Pd導体を印刷し、所望の形状のX方向配線72を形成した(図21の(f))。

【0213】以上の工程により絶縁性基板1上に、X方向配線72、層間絶縁層111、Y方向配線73、素子電極5、6、電子放出部形成用薄膜2等を形成した。

【0214】次に、以上のようにして作成した電子源を用い、実施例1と同様にして、表示装置を構成した。

【0215】また、同時に、上述の工程で作製した垂直型表面伝導形電子放出素子の特性を把握するために、垂直型表面伝導形電子放出素子の素子電極間隔、電極幅等を同様に示す図6に示すような標準的な比較サンプルを作製し、その電子放出特性の測定を上述の図3の測定評価装置を用いて、実施例1と同様に測定した。

【0216】比較サンプルの電極5及び6の間に素子電圧を印加し、その時に流れる素子電流If及び放出電流Ieを測定したところ、図5に示したような電流-電圧特性が得られた。

【0217】本素子では、素子電圧7.5V程度から急激に放出電流Ieが増加し、素子電圧14Vでは素子電流Ifが2.5mA、放出電流Ieが1.2マイクロAとなり、電子放出効率 $\eta = I_e / I_f \times 100$ (%)は0.048%であった。

【0218】以上のように完成した本発明の画像形成装置において、実施例1同様に、各電子放出素子には、容器外端子Dx1~Dxm、Dy1~Dynを通じ、走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段よりそれぞれ、印加することにより、電子放出させ、高圧端子Hvを通じ、メタルバック85に数kV以上の高圧を印加して、電子ビームを加速し、蛍光膜84に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示した。

【0219】(実施例3) 本実施例は、本発明の電子源及び画像形成装置に関し、多数の平面型表面伝導形電子放出素子を基板上に形成し、X方向配線とY方向配線との層間絶縁層が、該X、Y方向配線の交差部にのみ存在し、素子電極とX方向配線及びY方向配線との結線がコンタクトホールを介さずに結線されて電氣的に接続され、かつ、絶縁性基板に直接設置された場合の実施例で

ある。

【0220】電子源の一部の平面図は、図22に示す。また、図22中のA-A'断面図を図23に示す。但し、図22と図23で、同じ記号で示したものは、同じものを表す。ここで1は基板、72は図7のDxmに対応するX方向配線(ここでは、上配線とも呼ぶ)、73は図7のDynに対応するY方向配線(ここでは、下配線とも呼ぶ)、4は電子放出部を含む薄膜、5、6は素子電極、75は結線、3は電子放出部である。

【0221】次に、製造方法を図24により工程順に従って具体的に説明する。

【0222】工程-a: 清浄化した青板ガラスからなる基板1上に、真空蒸着により厚さ50オングストロームのCr、厚さ1000オングストロームのAuを積層した後、ホトレジスト(AZ1370ヘキスト社製)をスピナーにより回転塗布、ベークした後、ホトマスク像を露光、現像して、素子電極5と6、結線75、Y方向配線73のレジストパターンを形成し、Au/Cr膜をエッチングして、所望の形状Y方向配線73、素子電極5、6(電極幅:300ミクロン、素子電極間隔:2ミクロン)と結線75を同時に形成する(図24の(a))。

【0223】工程-b: 次に、厚さ1.0ミクロンのシリコン酸化膜からなるY方向配線73とX方向配線72との層間絶縁層111をRFスパッタ法により堆積する(図24の(b))。

【0224】工程-c: 前記工程-bで堆積したシリコン酸化膜にY方向配線73とX方向配線72の交差部のみに設ける所望の形状層間絶縁層111を形成するためホトレジストパターンを作り、これをマスクとして層間絶縁層111をエッチングして、層間絶縁層111形成する(図24の(c))。

【0225】なお、エッチングは、CF4とH2ガスをを用いたRIE(Reactive Ion Etching)法によった。

【0226】工程-d: その後、X方向配線72となるべきパターンを、ホトレジスト(RD-2000N-41日立化成社製)を形成し、真空蒸着法により、厚さ5000オングストロームのAuを堆積した。その後、ホトレジストパターンを有機溶剤で溶解し、Au堆積膜をリフトオフしてX方向配線72を形成した(図24の(d))。

【0227】工程-e: 実施例1と同様にして、素子電極5、6とこの近傍とに開口を有するような形状で、膜厚1000オングストロームのCr膜を真空蒸着により堆積・パターンニングし、その上に有機Pd(ccp4230奥野製薬(株)社製)をスピナーにより回転塗布、300℃で10分間の加熱焼成処理をした。

【0228】こうして形成された主元素としてPdを有する微粒子からなる電子放出部形成用薄膜2の膜厚は7

5 オングストローム、シート抵抗値は $1 \times 10^5$ の5乗オーム/□であった。

【0229】その後、Cr膜および焼成後の電子放出部形成用薄膜2を酸エッチャントによりウエットエッチングして所望のパターンを形成した(図24の(e))。

【0230】以上の工程により絶縁性基板1上に、X方向配線72、層間絶縁層111、Y方向配線73、素子電極5と6、電子放出部形成用薄膜2等を形成した。

【0231】次に、以上のようにして作成した電子源を用い、実施例1と同様にして、表示装置を構成した。

【0232】また、同時に、上述の工程で作製した平面型表面伝導形電子放出素子の特性を把握するために、上述の平面型表面伝導形電子放出素子の素子電極間隔、素子電極幅等のものと同様にした標準的な比較サンプルを作製し、その電子放出特性の測定を上述の図3の測定評価装置を用いて実施例1と同様にして測定した。

【0233】比較サンプルの素子電極5および6の間に素子電圧を印加し、その時に流れる素子電流 $I_f$ および放出電流 $I_e$ を測定したところ、図5に示したような電流-電圧特性が得られた。

【0234】本素子では、素子電圧7.0V程度から急激に放出電流 $I_e$ が増加し、素子電圧14Vでは素子電流 $I_f$ が2.1mA、放出電流 $I_e$ が1.0マイクロAとなり、電子放出効率 $\eta = I_e / I_f \times 100$ (%)は0.05%であった。

【0235】以上のように完成した本発明の画像表示装置において、実施例1同様に、各電子放出素子には、容器外端子 $D_{x1} \sim D_{xm}$ 、 $D_{y1} \sim D_{yn}$ を通じ、走査信号および変調信号を不図示の信号発生手段よりそれぞれ、印加することにより、電子放出させ、高圧端子 $H_v$ を通じ、メタルバック85に数kV以上の高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光膜84に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示した。

【0236】(実施例4) 本実施例は、本発明の画像形成装置であって、実施例1の電子源の製法の一部をかね、本発明の第1の駆動法、および第2の駆動法を適用した例である。

【0237】本実施例は、実施例1とその構成および製造方法は、同様であり、またそれに引き続いて行なわれるフォーミング、フェイスプレート、支持枠、リアプレート等からなる外囲器の封着も実施例1と同様である。ここまでは、2つの装置を同時に作成した。

【0238】次に通常真空装置系で $10^{-6}$ のマイナス6乗トール程度の真空度で、真空にひきながら、不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し外囲器の封止を行った装置を表示パネルAとする。

【0239】他方、もう一つの装置は、装置をフェイスプレート、リアプレート側から、ホットプレート状の熱源ではさみこみ、装置全体が約120度に維持し、ベーキング(熱処理)を1時間行った。その後、真空装置系

を超高真空装置系のイオンポンプ系に変え、同様に加熱しながら、10時間真空排気した。その後、真空にひきながら、不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し、外囲器の封止を行った。この装置を以後表示パネルBとする。

【0240】最後に封止後の真空度を維持するために、表示パネルA、表示パネルBとも抵抗加熱法でゲッター処理を行った。

【0241】次に本発明の画像形成装置の第1、第2の駆動法を適用し、表示パネルA、表示パネルBを表示動作を行う電気回路構成を以下に例示する。

【0242】図25は、本発明の第一の駆動方法および第二の駆動方法の実施例に関り、NTSC方式のテレビ信号にもとずきテレビジョン表示を行うための駆動回路の概略構成をブロック化して示したものである。図25中、表示パネル1701は、前述した用に製造された、表示パネルAあるいは、表示パネルBである。また、走査回路1702は表示ラインを走査し、制御回路1703は、走査回路に入力する入力信号等を生成する。シフトレジスタ1704は、1ライン毎のデータをシフトし、ラインメモリ1705には、シフトレジスタ1704からの1ライン分のデータを変調信号発生器1707に入力する。同期信号分離回路1706は、入力信号であるNTSC信号から同期信号を分離する。

【0243】 $V_x$ および $V_a$ は直流電圧源である。

【0244】以下、図25の装置各部の機能を詳しく説明する。

【0245】まず表示パネル1701は、端子 $D_{x1}$ ないし $D_{xm}$ および端子 $D_{y1}$ ないし $D_{yn}$ 、および高圧端子 $H_v$ を介して外部の電気回路と接続されている。このうち、端子 $D_{x1}$ ないし $D_{xm}$ には、表示パネル1701内に設けられているマルチ電子ビーム源、すなわちm行n列の行列状にマトリクス配線された表面伝導形放出素子群を一行(n素子)ずつ順次駆動してゆくための走査信号が印加される。

【0246】一方、端子 $D_{y1}$ ないし $D_{yn}$ には、前記走査信号により選択された一行の表面伝導形放出素子の各素子の出力電子ビームを制御するための変調信号が印加される。また、高圧端子 $H_v$ には、直流電圧源 $V_a$ より、例えば10K[V]の直流電圧が供給されるが、これは表面伝導形放出素子より出力される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与するための加速電圧である。

【0247】次に、走査回路1702について説明する。

【0248】同回路は、内部にm個のスウィッチング素子(図中、S1ないしSmで模式的に示されている)を備えるもので、各スウィッチング素子は、直流電圧源 $V_x$ の出力電圧もしくは0[V](グラウンドレベル)のいずれか一方を選択し、表示パネル1701の端子 $D_{x1}$ ないし

Dxmと電氣的に接続するものである。S1ないしSmの各スイッチング素子は、制御回路1703が出力する制御信号Ts canに基づいて動作するものだが、実際にはたとえばEFTのようなスイッチング素子を組み合わせる事により容易に構成する事が可能である。

【0249】尚、前記直流電圧源Vxは、本実施例の場合には、走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値Vth電圧以下となるよう、7[V]の一定電圧を出力するよう設定されている（これについては、図28であらためてふれる。）。

【0250】また、制御回路1703は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行われるように各部の動作を整合させる働きをもつものである。次に説明する同期信号分離回路1706より送られる同期信号Tsyncにもとづいて、各部に対してTs canおよびTs ftおよびTmryの各制御信号を発生する。尚、各制御信号のタイミングに関しては、後に図30を用いて詳しく説明する。

【0251】同期信号分離回路1706は、外部から入力されるNTSC方式にテレビ信号から、同期信号成分と輝度信号成分とを分離するための回路で、よく知られているように周波数分離（フィルタ）回路を用いれば容易に構成できるものである。同期信号分離回路1706により分離された同期信号は、よく知られるように垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上、Tsync信号として図示した。一方、前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分を便宜上DATA信号と表すが、同信号はシフトレジスタ1704に入力される。

【0252】シフトレジスタ1704は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル/パラレル変換するためのもので、前記制御回路1703より送られる制御信号Ts ftにもとづいて動作する。すなわち、制御信号Ts ftは、シフトレジスタ1704のシフトクロックであると言い換えることもできる。

【0253】シリアル/パラレル変換された画像1ライン分（電子放出素子n素子分の駆動データに相当する）のデータは、Id1ないしIdnのn個の並列信号として前記シフトレジスタ1704より出力される。

【0254】ラインメモリ1705は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶するための記憶装置であり、制御回路1703より送られる制御信号Tmryにしたがって適宜Id1ないしIdnの内容を記憶する。記憶された内容は、I'd1ないしI'dnとして出力され、変調信号発生器1707に入力される。

【0255】変調信号発生器1707は、前記画像データI'd1ないしI'dnの各々に応じて、表面伝導形放出素子の各々を適切に駆動変調するための信号源で、その出力信号は、端子Dy1ないしDynを通じて表示

パネル1701内の表面伝導形放出素子に印加される。

【0256】表示パネルの駆動方法

前記実施態様の頃、および実施例の冒頭で図5を用いて述べたように、本発明に関わる電子放出素子は放出電流Ieに対して以下の基本特性を有している。すなわち、前記図5のIeのグラフから明らかなように、電子放出には明確なしきい値電圧Vth（本実施例の素子では8[V]）があり、Vth以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。

【0257】また、電子放出しきい値Vth以上の電圧に対しては、グラフのように電圧の変化に応じて放出電流Icも変化してゆく。尚、電子放出素子の材料や構成、製造方法を変える事により、電子放出しきい値電圧Vthの値や、印加電圧に対する放出電流の変化の度合いが変わる場合もあるが、いずれにしても以下のような事がいえる。

【0258】すなわち、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば図31（1）に示す用に電子放出閾値以下の電圧を印加しても電子放出は、基本的には、生じないが、図31（2）のように電子放出閾値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。

【0259】その際、第1には、パルスの波高値Vmを変化させる事により出力電子ビームの強度を制御する事が可能である。

【0260】また第2には、パルスの長さPwを変化させる事により出力される電子ビームの電荷の総量を制御する事が可能である。

【0261】従って、本実施例の表示パネルの第1の駆動方法を実施するには、変調信号発生器1707としては、一定の長さの電圧パルスを発生するが入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いる。

【0262】また、本発明第2の駆動方法を実施するには、変調信号発生器1707としては、一定の波高値の電圧パルスを発生するが入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いるものである。

【0263】以上、図25に示された各部の機能について述べたが、全体動作の説明に移る前に図26ないし図29を用いて前記表示パネル1701の動作についてより詳しく説明しておく。

【0264】図示の便宜上、表示パネルの画素数を6×6（すなわちm=n=6）として説明するが、実際に用いる表示パネル1701はこれよりもはるかに多数の画素を備えたものである事は言うまでもない。

【0265】図26に示すのは、6行6列の行列状に表面伝導形放出素子をマトリクス配線したマルチ電子ビーム源であり、説明上、各素子を区別するためにD（1、1）、D（1、2）ないしはD（6、6）のように（X、Y）座標で位置を示している。

【0266】このようなマルチ電子ビーム源を駆動して画像を表示していく際には、X軸と平行な画像の1ラインを単位として、ライン順次に画像を形成する方法をとっている。画像の1ラインに対応した電子放出素子を駆動するには、 $D \times 1$ ないし $D \times 6$ のうち表示ラインに対応する行の端子に0[V]を、それ以外の端子には7[V]を印加する。それと同期して、当該ラインの画像パターンにしたがって $Dy 1$ ないし $Dy 6$ の各端子に変調信号を印加する。

【0267】例えば、図27に示すような画像パターンを表示する場合を例にとって説明する。説明の便宜上、画像パターンの発光部の輝度は等しく、例えば100[フートランパート]相当であるとする。前記表示パネル1701においては、蛍光体に従来公知のP-22を用い、加速電圧を10K[V]とし、画面表示の繰り返し周波数を60[Hz]とし、電子放出素子として前記特性の表面伝導形放出素子を用いたが、この場合には100[フートランパート]の輝度を得るのに、発光画素に対応する素子には10マイクロ[秒]の間14[V]の電圧を印加するのが適当であった。尚、この数値は各パラメータを変更すれば当然変わるべきものである。

【0268】そこで、図27の画像のうち、たとえば第3ライン目を発光させる期間中を例にとって説明する。図28は、前記画像の第3ライン目を発光させる間に、端子 $D \times 1$ ないし $D \times 6$ 、および端子 $Dy 1$ ないし $Dy 6$ を通じてマルチ電子ビーム源に印加する電圧値を示したものである。同図から明らかなように、 $D(2, 3)$ 、 $D(3, 3)$ 、 $D(4, 3)$ の各表面伝導形放出素子には、電子放出のしきい値電圧8[V]を越える14[V]（図中黒塗りで示す素子）が印加されて電子ビームが出力される。一方、上記3素子以外は7[V]（図中斜線で示す素子）もしくは0[V]（図中白ぬきで示す素子）が印加されるが、これは電子放出のしきい値電圧8[V]以下であるため、これらの素子からは電子ビームは出力されない。

【0269】同様の方法で、他のラインについても図27の表示パターンに従ってマルチ電子ビーム源を駆動してゆくと、この様子を時系列的に示したのが図29のタイムチャートである。

【0270】同図に示すように、第1ラインから順次1ラインずつ駆動してゆく事により1画面の表示が行われるが、これを毎秒60画面の速さで繰り返す事により、ちらつきのない画像表示が可能である。

【0271】尚、以上の説明では階調の表示に関して触れていないが、階調表示は次の様にして可能になる。

【0272】表示パターンの発光輝度を変調して階調表示を行う場合、輝度をより大きく（小さく）するには、第1の駆動方法として、端子 $Dy 1$ ないし $Dy 6$ に印加される変調信号のパルスの電圧波高値を14[V]よりも大きく（小さく）する方法があり、それにより変調可

能である。

【0273】たとえば、電圧波高値を、7.9[V]から15.9[V]の範囲で0.5[V]単位に段階的に変化させれば、発光輝度はゼロを含めて17段階の変調が可能である。さらにより多くの階調を望む場合には、電圧の範囲を広げるかまたは変化の単位をより小さくすればよい。

【0274】また、第2の駆動方法として、パルスの幅を10マイクロ[秒]よりも長く（短く）する方法があり、それによっても変調が可能である。

【0275】例えば、パルスの幅を0[秒]から15マイクロ[秒]の範囲で、0.5マイクロ[秒]を単位として変化させれば、発光輝度はゼロを含めて31段階の変調が可能である。さらにより多くの階調を望む場合には、パルス幅の範囲を広げるかまたは変化の単位をより小さくすればよい。

【0276】以上、 $6 \times 6$ 画素のマルチ電子ビーム源を例にとって、表示パネル1701の駆動方法を説明したが、次に図25の装置の全体動作について、図30のタイムチャートを参照しながら説明する。

【0277】図30(1)に示すのは、外部から入力するNTSC信号から同期信号分離回路1706により分離された輝度信号DATAのタイミングであり、図に示すように1ライン目データから順次2ライン目、3ライン目と分離されて出力される。これと同期して制御回路1703からシフトレジスタ1704に対して図30(2)に示すようなシフトクロックTsftが出力される。

【0278】シフトレジスタ1704に1ライン分のデータが蓄積されると、同図(3)に示すタイミングで、制御回路1703からラインメモリ1705に対してメモリーライト信号Tmryが出力され、1ライン(n素子分)の駆動データが書き込まれる。その結果、ラインメモリ1705の出力信号である $I'd 1$ ないし $I'd n$ の内容は同図(4)に示すタイミングで変化する。

【0279】一方、走査回路1702の動作を制御する制御信号Tscanの内容は同図(5)に示すようなものとなる。すなわち、1ライン目を駆動する場合には、走査回路1702内のスイッチング素子S1のみが0[V]で他のスイッチング素子は7[V]、また2ライン目を駆動する場合には、スイッチング素子S2のみが0[V]で他のスイッチング素子は7[V]、以下同様、というように動作が制御される。

【0280】以上に説明した一連の動作により、表示パネルA、Bを用いてテレビジョンの表示を行った結果、表示パネルBは極めて良好な表示画像を得たが、一方、表示パネルAにおいては、表示画素以外の画素においても、わずかであるが、蛍光体の発光による発光が観察された。このため、実施例1と同様の比較サンプルを表示パネルA、表示パネルBの条件で作成し、テレビジョン



の表示と同様の駆動周波数で、 $V_{th}$ 以下に素子印加電圧を保ち、電子放出電流 $I_e$ 、素子電流 $I_f$ とを、表示パネルA、Bを用いて観察した結果、表示パネルBにおいては、電子放出電流 $I_e$ 、素子電流 $I_f$ は一定に保持されるが、表示パネルAにおいては、電子放出電流 $I_e$ 、素子電流 $I_f$ は一定に保持されず、電子放出電流 $I_e$ 、素子電流 $I_f$ が、わずかであるが、増加することが判明した。これは、本発明者等が新たに見いだした現象、即ち、実施態様で示した素子の基本特性が、表示パネルBでは、安定であり、表示パネルAでは、駆動条件、表示パネル内の真空の質等に依存して、不安定であることに由来すると考えられる。

【0281】尚、上記説明中、特に記載しなかったが、シフトレジスタ1704やラインメモリ1705は、デジタル信号式のものでもアナログ信号式のものでも差し支えなく、要は画像信号のシリアル/パラレル変換や記憶が所定の速度で行われればよい。尚、デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路1706の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これは同期信号分離回路1706の出力部にA/D変換器を備えれば容易に可能であることは言うまでもない。

【0282】また、これと関連してラインメモリ1705の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器1707に用いられる回路が若干異なったものとなるのは言うまでもない。すなわち、デジタル信号の場合には、第1の駆動方法の場合、変調信号発生器1707には、たとえばよく知られるD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付け加えればよい。

【0283】また、第2の駆動方法の場合、変調信号発生器1707は、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）および計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合わせた回路を用いれば当業者であれば容易に構成できる。

【0284】必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導形放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【0285】一方、アナログ信号の場合には、第1の駆動方法の場合、変調信号発生器1707には、たとえばよく知られるオペアンプなどを用いた増幅回路を用いればよく、必要に応じてレベルシフト回路などを付け加えてもよい。

【0286】また、第2の駆動方法の場合には、たとえばよく知られた電圧制御型発振回路（VCO）を用いればよく、必要に応じて表面伝導形放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【0287】次に、本発明の第3の駆動方法、即ちパルス電圧と幅とを変調して駆動する方法に関わる装置について、第5と第6の2つの実施例を挙げて説明する。

尚、表示パネルは第5、第6実施例にも実施例4に用いた表示パネルBを用いた。

#### 【0288】（実施例5）

（表示装置の構成）図32は、本発明の表示装置の第3の駆動方法に関わる駆動回路の概略構成のブロック図である。図中の構成要素のうち、表示パネル1701、走査回路1702、制御回路1703、シフトレジスタ1704、ラインメモリ1705、同期信号分離回路1706、変調信号発生器1707、直流電圧源Vaの各構成要素は、図17の第1の駆動方法の実施例において説明したものと同様である。また、Vnsは直流電圧源であり、パルス電圧発生源2401は後述の様にパルスを発生する。

【0289】以下、各部の機能を説明してゆくが、1701、1704、1705、1706、Vaの各構成要素については前記図25における説明と同様であるため、ここでは省略する。

【0290】走査回路1702は、内部にM個のスイッチング素子を備えるもので（図中、S1ないしSmで模式的に示している）、各スイッチング素子は、パルス電圧発生源2401の出力電圧か、もしくは直流電圧源Vnsの出力電圧のいずれか一方を選択し、表示パネル1701の端子Dx1ないしDxmと電気的に接続するものである。S1ないしSmの各スイッチング素子は、制御回路1703が発生する制御信号Tscanにもとづいて動作するものだが、実際にはたとえばFETのようなスイッチング素子を組み合わせる事により容易に構成する事が可能である。

【0291】また、制御回路1703は、図25の実施例と同様、適切な表示が行われるように各部の動作を整合させる働きをもつが、本実施例においては、図25の場合に加えて、パルス電圧発生源2401に対して制御信号Tpu1を発生するものである。

【0292】また、パルス電圧発生源2401は、制御回路1703の発生する制御信号Tpu1にもとづいてパルス電圧を発生するものであるが、発生するタイミングおよび発生する波形については後に図33を用いて説明する。また、直流電圧源Vnsの出力する電圧についても、後に図33を用いて説明する。

【0293】また、変調回路1707は、画像データI'd1ないしI'dnの各々に応じて、表面伝導形放出素子の各々を適切に駆動変調するための信号源であるが、その出力信号波形については後に図33を用いて説明する。

【0294】以上、図32に示された各部の機能を説明したが、次に、図33を用いて、本実施例において表面伝導形放出素子に印加される駆動電圧の波形について述べる。

【0295】（表示パネルの駆動）図33（1）は、パルス電圧発生源2401の発生するパルス電圧の波形を

説明するための図である。パルス電圧発生源2401はパルスを発生しない期間中は出力電圧7[V]を維持しているが、制御信号Tpu1にもとづいて同図に示すようなパルスを適時発生する。即ち、そのパルスは、幅が30マイクロ[秒]であってパルス印加期間中は出力電圧0[V]となるような矩形パルスである。

【0296】また、図33(2)は、前記直流電圧源Vnsの出力電圧を説明するための図である。電圧源Vnsは同図に示したように7[V]の直流電圧を常に出力するものである。尚、説明の便宜上、時間の前後関係を明確にするためにパルス電圧発生源2401が0[V]のパルスを発生している期間を図中に示した。

【0297】また、図33(3)は、変調信号発生器1707の発生する変調信号の波形を説明するための図である。変調信号発生器1707は変調信号を発生しない期間中は出力電圧7[V]を維持しているが、パルス電圧発生源2401が0[V]のパルスを出力するのと同期して画像の輝度データI'd1ないしI'dnに応じた変調信号を発生する。変調信号は同図(3)に点線で示すような成分a、b、c、dより成り、変調信号発生器1707は原画像の輝度データに応じて成分a、b、c、dを任意に組み合わせて出力する。

【0298】成分a、b、c、dは、各々11[V]、12[V]、13[V]、14[V]の電圧を有するパルスで、いずれも5マイクロ[秒]の長さを有する。尚、図33(1)のパルスは、変調信号よりも前後5マイクロ[秒]ほど長く設定されているが、これは何らかの理由で両者の時間的關係にずれが生じて、この範囲内であれば動作に不都合が生じないようにするためのものである。

【0299】次に、これらを参照しながら表面伝導形放出素子に印加される駆動波形について説明する。

【0300】図33(4)は、走査回路1702によりパルス電圧発生源2401の出力が選択されたときの表面伝導形放出素子の駆動電圧波形である。すなわちこれは図33(3)の変調電圧波形と図33(1)のパルス波形との差電圧と等しいものである。同図中、点線で示した成分a'、b'、c'、d'の各々は図33(3)の成分a、b、c、dに各々対応するものである。このうち例えば成分a'が印加されれば、電圧が印加された表面伝導形放出素子からは、5マイクロ[秒]の間、0.27[マイクロアンペア(瞬時電流値)]の電子ビームが出力される。同様に、成分b'が印加されれば0.37[マイクロアンペア]、成分c'が印加されれば0.49[マイクロアンペア]、成分d'が印加されれば0.66[マイクロアンペア]の瞬時電流をもつ電子ビームが各々5マイクロ[秒]の間出力される。ここにおいて、前記表面伝導型放出素子の電子放出特性が非線形であるため、上記4種類の電子ビーム電流値の間の差は互いに等しくはならない。このため、たとえば成分

a'とb'とを印加しても成分c'を印加した場合の出力と等しくはならず、また他の組み合わせについても同様な事がいえる。従って、成分a'ないしd'を任意に組み合わせて素子を駆動する事により、この間に出力される電子ビームの総電荷量を16通りに制御できる(a'ないしd'を1つも用いない場合にもこの中に含む)。これにより発光輝度も16通りの変調が可能となる。

【0301】一方、図33(5)は、走査回路1702により直流電圧源Vnsの出力が選択された表面伝導形放出素子の駆動電圧波形であり、即ちこれは33(3)の変調波形と図33(2)の直流電圧の差電圧と等しいものである。同図中、点線で示したa'、b'、c'、d'の各部分は図33(3)のa、b、c、dに対応するが、いずれの部分においても電子放出しきい値電圧(個の場合には8[V])を越えないため、電子ビームが出力されることはない。

【0302】以上説明した方法により表示装置内の表面伝導形放出素子は駆動される。尚、本実施例の表示装置の全体動作は、前記図25の実施例とおおむね等しい手順で行われるものなので、ここでは説明を省略する。

【0303】尚、上記説明においては、図示の便宜上変調電圧が成分a、b、c、dの4つより成るとしたが、実際にはより多数の部分から成るのが望ましい。電子放出素子の非線形な電子放出特性を利用すれば、一般にn個の部分(すなわちn種の変調電圧)を用いれば、2のn乗通りの階調表示が可能である。

【0304】例えばテレビ画像を表示する場合には、nは7以上が望ましい。

【0305】また、上記説明においては、成分a、b、c、dの各々はパルスの長さが等しく5マイクロ[秒]であったが、必ずしも各部の長さを等しくする必要はない。また成分a、b、c、dの順に大きな電圧値とし、隣り合うもの同志の電圧差は等しく1[V]であったが、必ずしも電圧差を等しくする必要はない。

【0306】(実施例6)次に、図34および図35を用いて本実施例による表示パネルの第3の駆動方法、すなわち電子放出素子に印加する電圧とパルス幅とにより表示する画像の輝度を制御する方法の第2実施例を説明する。

【0307】(表示装置の構成)図34は、駆動回路の概略構成を示す図である。第2実施例の図32と共通する部分も多いので、その差異についてのみ述べる。図中、パルス電圧発生源2601および2602は、各々制御回路1703の発生する制御信号Tpu11およびTpu12に従って動作するが、その出力するパルスの波形は、前記図32中のパルス電圧源2401とは異なり、矩形ではなく。また、変調信号発生器1707は、原画像信号I'd1ないしI'dnに応じて変調信号を発生するが、その信号波形は図32の場合とは異なる。

これらの電圧波形について図27を用いて説明する。

【0308】図35(1)は、パルス電圧発生源2601の発生するパルス電圧の波形を説明するための図である。パルス電圧発生源2601はパルスを発生しない期間中は出力電圧7[V]を維持しているが、制御信号Tpu11にもとづいて同図に示すようなパルスを適時発生する。すなわち、発生されるパルスはその幅が30マイクロ[秒]であって、パルスの開始とともに3[V]から0[V]に向かって直線的に減少してゆくランプ波形である。

【0309】また、図35(2)は、パルス電圧発生源2602の発生するパルス電圧の波形を説明するための図である。パルス電圧発生源2602はパルスを発生しない期間中は出力電圧7[V]を維持しているが、制御信号Tpu12にもとづいて同図に示すようなパルスを適時発生する。すなわち、パルスの幅は30マイクロ[秒]であって、パルスの開始とともに7[V]から4[V]に向かって直線的に減少してゆくランプ波形である。尚、図35(1)と(2)のパルスは前記制御信号Tpu11とTpu12により同期されているため、パルスの発生している間は、両者の間には常に4[V]の電位差がある。

【0310】また、図35(3)は、変調信号発生器1707の発生する変調信号の波形を説明するための図である。変調信号発生器1707は、変調信号を発生しない期間中は出力電圧7[V]を維持しているが、パルス電圧発生源2601および2602がパルスを出力するのと同期して原画像信号の輝度データI'dIないしI'dnに応じた変調信号を発生する。該変調信号は、同図(3)に点線で示すような成分a、b、c、dより成り、変調信号発生器1707は原画像の輝度データに応じて成分a、b、c、dを任意に組み合わせて出力する。成分a、b、c、dは各々14[V]の電圧と5マイクロ[秒]の長さをもつ矩形の電圧パルスであるが、図27(1)および(2)に示した30マイクロ[秒]のパルスの開始時点から数えて各々5、10、15、20マイクロ[秒]後に印加されるものである。

【0311】つぎに、これらを参照しながら表面伝導形放出素子に印加される駆動波形について説明する。

【0312】(表示パネルの駆動)図35(4)は、走査回路1702によりパルス電圧発生源2601の出力が選択された場合の表面伝導形放出素子の駆動電圧波形である。すなわちこれは同図(3)の変調電圧波形と

(1)のパルス波形との差電圧と等しいものである。同図中、点線で示したa'、b'、c'、d'の各部分は同図(3)のa、b、c、dに各々対応するもので、これらはいずれも電子放出しきい値電圧(この場合には8[V])を越えている。このため、これらの波形が印加されれば、電子放出特性にみあった強度の電子ビームが出力されるが、表面伝導形放出素子の電子放出特性が非

線形であるため、a'、b'、c'、d'の各々から出力される電子ビームの電荷量は相互に差が等しくはならない。

【0313】したがって、図33の場合と同様、変調電圧波形の成分a、b、c、dを任意に組み合わせる事により16通りの変調が可能である。

【0314】一方、図35(5)は、走査回路1702によりパルス電圧発生源2602の出力が選択された場合の表面伝導形放出素子の駆動電圧波形である。図25の場合と同様、電子放出素子のしきい値電圧を越えないため、電子ビームはほとんど出力される事はない。

【0315】尚、上記説明においては、図示の便宜上図33の場合と同様、変調信号は成分a、b、c、dの4つの部分より成るとしたが、本実施例の場合も、より多くの部分から成るのが望ましいのは言うまでもない。すなわち、n個の時分割された部分を用いれば、2のn乗通りの変調が可能だが、たとえばテレビジョン画像を表示する場合には、nは7以上が望ましい。

【0316】また、パルス電圧発生源2601および2602の発生するパルス波形は、時間とともに直線的に減少するランプ波形を用いたが、例えば時間とともに増加するような波形や、変化が直線的でない波形も用いる事が可能である。

【0317】また、変調信号発生器1707の発生するパルスの説明においては、パルスの成分a、b、c、dの各々は電圧と幅が等しく、パルスの開始時期を等間隔でずらして隣接させているが、必ずしもこれに限るものではなく、例えばa、b、c、dの各々の電圧や長さを異ならせたり、パルスの開始時間を非等間隔としてもよい。

【0318】以上、本発明の第3の駆動方法に関わる実施例について、実施例5との差異を中心に説明した。

【0319】以上説明した第1の駆動方法もしくは第2の駆動方法もしくは第3の駆動方法に関わる実施例においては、表示パネルに実施例の冒頭で述べたような表面伝導型放出素子を用いたが、電子放出素子の材料や構造あるいは製造方法が異なる場合には電子放出特性(しきい値電圧Vthや特性カーブの形)が多少変わる場合もある。その場合でも、本発明の基本思想の適用には何ら支障はなく、その特性に合わせて走査および変調に用いるパルス電圧の波形を適宜設定すればよい。あるいは従来技術の項であげたような表面伝導形放出素子に対してこれらの駆動方法を行っても不都合はない。

【0320】また、実施例中では、NTSC方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行う例を示したが、本発明を適用できる表示装置またはその応用はこれに限るものではない。他の方式のテレビジョン信号、あるいは、計算機や画像メモリ、通信ネットワークなど種々の画像信号源と直接あるいは間接に接続された表示装置に広く用いることが可能であり、とりわけ大容量の画像を

47

表示する大画面の表示に好適である。

【0321】また、必ずしも人間が直視する用途だけに限られるものではなく、たとえばいわゆる光プリンタのように光像を記録する記録装置の光源に応用しても差し支えない。

【0322】あるいは、電子ビームを用いて画像を描画する電子ビーム描画装置の電子ビーム源の駆動方法に適用しても差し支えない。

【0323】(実施例7) 本実施例は、複数の電子放出部をもつ表面伝導形電子放出素子を、複数個、マトリクス状に配置した電子源、あるいは、画像形成装置であって、複数の電子放出部からの電子ビームを重ね合わせることで、画像形成部材上での高品位な画像を形成した例である。本実施例の電子放出素子の構成は、マトリクス状に配置された複数の電子放出素子から、1個の電子をぬきだして、示した図36の構成をもち、他の実施例と同様にして、画像形成装置を作成した。

【0324】尚、電子放出素子が設けられた基板と対向して配置されるフェースプレートについては他の実施例と同様である。

【0325】本実施例では、絶縁性基板1を十分洗浄した後、高電位側素子電極362の素子配線電極373をN1を主成分とする材料で厚さ1 $\mu$ m、幅600 $\mu$ mにて蒸着とエッチングで作製した。次に、基板上全面にSiO<sub>2</sub>を厚さ2 $\mu$ m蒸着し、絶縁層372とした。

【0326】その後、エッチング技術で、素子配線電極373上のSiO<sub>2</sub>に100 $\mu$ m角の穴を開け、その穴を通じ、素子配線電極373と接続するように、穴の部分のみ予めN1等の材料を蒸着し、次に全面にN1材を0.1 $\mu$ mの厚さに蒸着した。

【0327】次にホトリソグラフィ技術とエッチング技術により、N1電極を所望のパターンに形成して、素子配線電極373に接続された高電位側素子電極362と、該電極362の幅方向(図中X方向)の両側に電極ギャップを有し素子配線電極373と直交する低電位側素子電極363を形成した。

【0328】素子電極362と363との間のギャップ部に微粒子膜を形成し、電子放出部364とし、所望の電圧を印加することにより電子放出させることができるのは他の実施例と同様である。

【0329】本実施例において、2つの電子放出部364に挟まれた高電位側素子電極362のX方向幅(W)を400 $\mu$ mとし、高電位側素子電極362に+14V、低電位側素子電極363に0V印加し電子放出させ、距離2.5mm上方に設置したフェースプレート上の蛍光体に6kV印加した時、対称性が良く、ほぼ円形の輝点形状が得られた。尚、本実施例において輝点の径はほぼ500 $\mu$ mであった。

【0330】単一の電子放出部を持つ表面伝導形電子放出素子からの電子ビームは、画像形成部材面、ここで

48

は、蛍光体面上で、対称性の良くない輝点形状に、なるが、一方、複数の電子放出部が、電圧印加方向に後述する式であらわされる間隔Wをもって、素子電極の高電位側電極を挟んで形成されれば、複数の電子放出部から放出された電子ビームが、画像形成部材面、ここでは、蛍光体面上で、一つに重なることにより、対称性の良い輝点形状が、本実施例の様に、得られる。

【0331】 $K2 \times 2d(Vf/Va)^{1/2} \geq W/2 \geq K3 \times 2d(Vf/Va)^{1/2}$

10 但し、K2、K3は定数で $K2=1.25 \pm 0.05$   
 $K3=0.35 \pm 0.05$

Vf: 素子印加電圧

Va: 画像形成部材にかかる電圧(加速電圧)

d: 表面伝導形電子放出素子と画像形成部材間の距離

W: 電子放出部間の距離

【0332】(実施例8) 本実施例は、マトリクス状に配置された複数の表面伝導形電子放出素子の配置に関する実施例であり、図37に本実施例の画像形成装置の模式図を示す。

20 【0333】図38に本実施例における電子放出素子の拡大斜視図を、図39に上記素子のX軸に沿った断面図を示す。

【0334】本実施例において、絶縁性基板381上に電子放出素子を作製する方法は以下に示す。

【0335】まず、本実施例の画像表示装置の作製方法を説明する。

【0336】(1) 絶縁性基板381の洗浄後、該基板381上に素子配線電極389をN1を主成分とする材料で1 $\mu$ mの厚さに、蒸着技術とホトリソグラフィ技術で作製した。

【0337】(2) 次に、基板381全面にSiO<sub>2</sub>から成る絶縁層390を2 $\mu$ mの厚さで成膜した。

【0338】(3) 次に、SiO<sub>2</sub>の所望の位置にエッチング技術にて穴(コンタクトホール)を開けた後、素子電極382及び383を蒸着技術とホトリソグラフィ技術にて39000Åの厚さにて作製した。材料はN1を主成分とする材料で作製した。

【0339】(4) 上記工程にて素子電極382は素子配線電極389と電気的に接続され、素子電極382と383は2 $\mu$ mの狭ギャップを挟んで対向しており、該狭ギャップ部にPd微粒子膜を形成し、電子放出部384を作製する工程以降は他の実施例と同様なので省略する。

【0340】本実施例においては、電気的にY方向に接続された素子電極382と、X方向に接続された素子電極383によりXYマトリクスを構成しており、これらの狭ギャップ部に電子放出部を有することにより、電子放出素子が複数マトリクス状に形成されている。

【0341】各電子放出素子は図38に示されるように、高電位側素子電極382の電圧印加方向(X方向)

の両側に電子放出部384を形成しており、本実施例では高電位側素子電極のX方向の幅(W)を800 $\mu$ m、素子電極382、383間のギャップ幅(G)を2 $\mu$ mに作製した。

【0342】また、電子放出部のY方向の長さ(L)を140 $\mu$ m、電子放出素子のY方向の配列ピッチ(P)を750 $\mu$ mとした。

【0343】尚、X方向の電子放出素子の配列ピッチは、本実施例では1mmとした。

【0344】以上の様に電子放出素子が作製された絶縁性基板381の上方に、他の実施例と同様に内面の透明電極386と蛍光体(画像形成部材)387が塗布されたフェースプレート388を支持棒を介し距離d=4.5mmだけ離して配置し、基板、支持棒、フェースプレートの接合部にフリットガラスを塗布し、430℃で10分以上焼成することで接着した。

【0345】以上のように作製した本画像表示装置において、透明電極386を通じて蛍光体387に5000ボルトの加速電圧Vaを印加し、素子配線電極389を通じて素子電極382、383間に14ボルトの電圧Vfを印加し電子放出させた。

【0346】本実施例では、加速電圧Va=5000V、素子電圧Vf=14V、素子/フェースプレート間距離d=4.5mm、素子の電子放出部のY方向長さL=140 $\mu$ 、電子放出素子のY方向配列ピッチP=750 $\mu$ 、高電位側電極幅W=800 $\mu$ である。実施例7と同様に、2つの電子放出部より、放出された電子ビームは、画像形成部材上で、輝点の中心軸が、ほぼ一致し、これらの輝点が、ちょうど対称にかさなり、全体として、ほぼ円形の1つの輝点形状が観察された。これは、実施例7で示した式に本実施例の条件が、合致したためと推定される。

【0347】また、Y方向での各輝点の重なりは、本発明者等が鋭意検討した結果、次式で表される配置の規定で制御できることがわかった。

【0348】Y方向での各輝点が、重なり連続である場合

$$P < L + 2K5 \times 2d (Vf/Va)^{1/2}$$

但し、K5は、定数であり、K5=0.80

加速電圧Va、素子電圧Vf、素子/フェースプレート間距離d=4素子の電子放出部のY方向長さL、電子放出素子のY方向配列ピッチP、高電位側電極幅Wである。

【0349】Y方向での各輝点が、重ならず、不連続である場合

$$P \geq L + 2K6 \times 2d (Vf/Va)^{1/2}$$

但し、K6は、定数であり、K6=0.90

上の式の条件下に、電子放出素子をY方向に配列すれば、よいことがわかった。本実施例は、Y方向での各輝点が、重ならず、不連続である場合の式の範囲に入って

おり、各輝点は、独立した輝点として観察された。

【0350】以上のように、本実施例の画像表示装置では、最適な輝点形状が得られると共に、判別性やきれが良く、高輝度で高精細な表示画像が得られた。

【0351】(実施例9)本実施例は、分割駆動出来る複数の表面伝導形電子放出素子をマトリクス状に配置し画像形成装置、及び駆動法にしており、図40及び図41を用いて説明する。

【0352】図40は、表面伝導形電子放出素子をマトリクス状に配置した電子源より一部を取り出した斜視図、図41は、本実施例の駆動法を示す図である。以下、詳述する。

【0353】図40に示される様に、本実施例の素子は、素子電極461a、461bと配線462a、462bとを接続した。462aはX方向配線、462bはY方向配線である。図41に示される様に、レッド(R)、グリーン(G)、ブルー(B)に対応する表面伝導形電子放出素子が、配列された構成の電子源であり、実施例4と同様に形成された。また、外圍器も同様に作成された。

【0354】次に、本実施例の装置の駆動方法について図41を用いて説明する。

【0355】図41のM=1列より順次走査する場合において、まず、

(1) 電圧印加手段(不図示)にて、透明電極に定電圧を印加し、M=1列に電子放出電圧Vfを印加する。

【0356】(2) 1(=M)走査列分の情報信号のうち、グリーン表示の信号配線電極G及びブルー表示の信号配線電極Bに入力される情報信号がメモリー480内に蓄積される。また、レッド表示の信号配線電極Rに入力される情報信号は、電圧印加手段481を通じて、該情報信号に応じたオン電圧、カットオフ電圧及び階調電圧を有する変調電圧(VmR)としてそのまま該信号配線電極Rに入力される。この間、信号配線電極G及びBには、情報信号にかかわらず、信号切換回路482からカットオフ信号が発せられ、電圧印加手段483を通じてカットオフ電圧(Voff)が印加される。

【0357】(3) 次に、信号切換回路482により、1(=M)走査列分の情報信号のうち、先にメモリー480に蓄積された情報信号のうち、グリーン表示の情報信号が信号配線電極Gに入力されるように切換られ、電圧印加手段を通じて、該情報信号に応じたオン電圧、カットオフ電圧及び階調電圧を有する変調電圧(VmG)が信号配線電極Gに入力される。この間、信号配線電極R及びBには情報信号にかかわらず、信号切換回路482からカットオフ信号が発せられ、電圧印加手段を通じてカットオフ電圧(Voff)が印加される。

【0358】(4) 次に、信号切換回路482により、1(=M)走査列分の情報信号のうち、先にメモリー480に蓄積された情報信号のうち、ブルー表示の情報信

号が信号配線電極Bに入力されるよう切換られ、電圧印加手段を通じて、該情報信号に応じたオン電圧、カットオフ電圧及び階調電圧を有する変調電圧(V<sub>m</sub>B)が信号配線電極Bに入力される。この間、信号配線電極R及びGには情報信号にかかわらず、信号切換回路482からカットオフ信号が発せられ、電圧印加手段を通じてカットオフ電圧(V<sub>off</sub>)が印加される。

【0359】尚、以上のような、一走査列分の情報信号を各色毎に、即ち、2列おきに、時間的に3分割して信号配線電極に入力する動作は、一走査列分の表示のタイミングの間に行われる。

【0360】以上(1)～(4)の動作を各走査列毎に順次繰り返し、一画面分、さらには多画面分のフルカラー画像が蛍光体面に表示される。

【0361】本実施例の駆動方法によれば、各色蛍光体面での表示画像を形成する複数の輝点(スポット)は、互いに極めて均一で安定したサイズと形状を呈し、しかも、クロストークがなく、画像の色純度の向上した色再現性に優れるフルカラー画像を表示できた。

【0362】(実施例10)図42は、前記説明の表面伝導形放電素子を電子ビーム源として用いたディスプレイパネルに、たとえばテレビジョン放送をはじめとする種々の画像情報源より提供される画像情報を表示できるように構成して表示装置の一例を示すための図である。図中500はディスプレイパネル、501はディスプレイパネルの駆動回路、502はディスプレイコントローラ、503はマルチプレクサ、504はデコーダ、505は入出力インターフェース回路、506はCPU、507は画像生成回路、508および509および510は画像メモリーインターフェース回路、511は画像入力インターフェース回路、512および513はTV信号受信回路、514は入力部である(なお、本表示装置は、たとえばテレビジョン信号のように映像情報と音声情報の両方を含む信号を受信する場合には、当然映像の表示と同時に音声を再生するものであるが、本発明の特徴と直接関係しない音声情報の受信、分離、再生、処理、記憶などに関する回路やスピーカーなどについては説明を省略する。)

【0363】以下、画像信号の流れに沿って各部の機能を説明してゆく。

【0364】まず、TV信号受信回路513は、たとえば電波や空間光通信などのような無線伝送系を用いて伝送されるTV画像信号を受信する為の回路である。受信するTV信号の方式は特に限られるものではなく、たとえば、NTSC方式、PAL方式、SECAM方式などの諸方式でもよい。また、これらよりさらに多数の走査線よりなるTV信号(たとえばMUSE方式をはじめとするいわゆる高品位TV)は、大面積化や大画素数化に適した前記ディスプレイパネルの利点を生かすのに好適な信号源である。TV信号受信回路513で受信された

TV信号は、デコーダ504に出力される。

【0365】また、TV信号受信回路512は、たとえば同軸ケーブルや光ファイバーなどのような有線伝送系を持つて伝送されるTV画像信号を受信するための回路である。前記TV信号受信回路513と同様に、受信するTV信号の方式は特に限られるものではなく、また本回路で受信されたTV信号もデコーダ504に出力される。

【0366】また、画像入力インターフェース回路511は、たとえばTVカメラや画像読み取りスキャナーなどの画像入力装置から供給される画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ504に出力される。

【0367】また、画像メモリーインターフェース回路510は、ビデオテープレコーダー(以下VTRと略す)に記憶されている画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ504に出力される。

【0368】また、画像メモリーインターフェース回路509は、ビデオディスクに記憶されている画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ504に出力される。

【0369】また、画像メモリーインターフェース回路508は、いわゆる静止画像ディスクのように、静止画像データを記憶している装置から画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた静止画像データはデコーダ504に入力される。

【0370】また、入出力インターフェース回路505は、本表示装置と、外部のコンピュータもしくはコンピュータネットワークもしくはプリンターなどの出力装置とを接続するための回路である。画像データや文字・図形情報の入出力を行うのはもちろんのこと、場合によっては本表示装置の備えるCPU506と外部との間で制御信号や数値データの入出力などを行うことも可能である。

【0371】また、画像生成回路507は、前記入出力インターフェース回路505を介して外部から入力される画像データや文字・図形情報や、あるいはCPU506より出力される画像データや文字・図形情報に基づき表示用画像データを生成するための回路である。本回路の内部には、たとえば画像データや文字・図形情報を蓄積するための書き換え可能メモリーや、文字コードに対応する画像パターンが記憶されている読み出し専用メモリーや、画像処理を行うためのプロセッサなどをはじめとして画像の生成に必要な回路が組み込まれている。

【0372】本回路により生成された表示用画像データは、デコーダ504に出力されるが、場合によっては前記入出力インターフェース回路505を介して外部のコンピュータネットワークやプリンターに出力することも可能である。



【0373】また、CPU506は、主として本表示装置の動作制御や、表示画像の生成や選択や編集に関わる作業を行う。

【0374】たとえば、マルチプレクサ503に制御信号を出力し、ディスプレイパネルに表示する画像信号を適宜選択したり組み合わせたりする。また、その際には表示する画像信号に応じてディスプレイパネルコントローラ502に対して制御信号を発生し、画像表示周波数や走査方法（たとえばインターレースかノンインターレースか）や一画面の走査線の数など表示装置の動作を適宜制御する。

【0375】また、前記画像生成回路507に対して画像データや文字・図形情報を直接出力したり、あるいは前記入出力インターフェース回路505を介して外部のコンピュータやメモリーをアクセスして画像データや文字・図形情報を入力する。なお、CPU506は、むしろこれ以外の目的の作業にも関わるものであって良い。たとえば、パーソナルコンピュータやワードプロセッサなどのように、情報を生成したり処理する機能に直接関わっても良い。あるいは、前述したように入出力インターフェース回路505を介して外部のコンピュータネットワークと接続し、たとえば数値計算などの作業を外部機器と協同して行っても良い。

【0376】また、入力部514は、前記CPU506に使用者が命令やプログラム、あるいはデータなどを入力するためのものであり、たとえばキーボードやマウスのほか、ジョイスティック、バーコードリーダ、音声認識装置など多様な入力機器を用いる事が可能である。

【0377】また、デコーダ504は、前記507ないし513より入力される種々の画像信号を3原色信号、または輝度信号とI信号、Q信号に逆変換するための回路である。なお、同図中に点線で示すように、デコーダ504は内部に画像メモリーを備えるのが望ましい。これは、たとえばMUSE方式をはじめとして、逆変換するに際して画像メモリーを必要とするようなテレビ信号を扱うためである。また、画像メモリーを備える事により、静止画の表示が容易になる、あるいは前記画像生成回路507およびCPU506と協同して画像の間引き、補間、拡大、縮小、合成をはじめとする画像処理や編集が容易に行えるようになるという利点が生まれるからである。

【0378】また、マルチプレクサ503は、前記CPU506より入力される制御信号に基づき表示画像を適宜選択するものである。すなわち、マルチプレクサ503はデコーダ504から入力される逆変換された画像信号のうちから所望の画像信号を選択して駆動回路501に出力する。その場合には、一画面表示時間内で画像信号を切り替えて選択することにより、いわゆる多画面テレビのように、一画面を複数の領域に分けて領域によって異なる画像を表示することも可能である。

【0379】また、ディスプレイパネルコントローラ502は、前記CPU506より入力される制御信号に基づき駆動回路501の動作を制御するための回路である。

【0380】まず、ディスプレイパネルの基本的な動作に関わるものとして、たとえばディスプレイパネルの駆動用電源（図示せず）の動作シーケンスを制御するための信号を駆動回路501に対して出力する。また、ディスプレイパネルの駆動方法に関わるものとして、たとえば画面表示周波数や走査方法（たとえばインターレースかノンインターレースか）を制御するための信号を駆動回路501に対して出力する。

【0381】また、場合によっては表示画像の輝度やコントラストや色調やシャープネスといった画質の調整に関わる制御信号を駆動回路501に対して出力する場合もある。

【0382】また、駆動回路501は、ディスプレイパネル500に印加する駆動信号を発生するための回路であり、前記マルチプレクサ503から入力される画像信号と、前記ディスプレイパネルコントローラ502より入力される制御信号に基づいて動作するものである。

【0383】以上、各部の機能を説明したが、図42に例示した構成により、本表示装置においては多様な画像情報源より入力される画像情報をディスプレイパネル500に表示する事が可能である。すなわち、テレビジョン放送をはじめとする各種の画像信号はデコーダ504において逆変換された後、マルチプレクサ503において適宜選択され、駆動回路501に入力される。一方、ディスプレイコントローラ502は、表示する画像信号に応じて駆動回路501の動作を制御するための制御信号を発生する。駆動回路501は、上記画像信号と制御信号に基づいてディスプレイパネル500に駆動信号を印加する。これにより、ディスプレイパネル500において画像が表示される。これらの一連の動作は、CPU506により統括的に制御される。

【0384】また、本表示装置においては、前記デコーダ504に内蔵する画像メモリーや、画像生成回路507および情報の中から選択したものを表示するだけでなく、表示する画像情報に対して、たとえば拡大、縮小、回転、移動、エッジ強調、間引き、補間、色変換、画像の縦横比変換などをはじめとする画像処理や、合成、消去、接続、入れ換え、はめ込みなどをはじめとする画像編集を行う事も可能である。また、本実施例の説明では特に触れなかったが、上記画像処理や画像編集と同様に、音声情報に対しても処理や編集を行うための専用回路を設けても良い。

【0385】したがって、本表示装置は、テレビジョン放送の表示機器、テレビ会議の端末機器、静止画像および動画像を扱う画像編集機器、コンピュータの端末機器、ワードプロセッサをはじめとする事務用端末機器、



ゲーム機などの機能を一台で兼ね備えることが可能で、産業用あるいは民生用として極めて応用範囲が広い。

【0386】なお、上記図42は、表面伝導形放出素子を電子ビーム源とするディスプレイパネルを用いた表示装置の構成の一例を示したにすぎず、これのみに限定されるものでない事は言うまでもない。たとえば、図42の構成要素のうち使用目的上必要のない機能に関わる回路は省いても差し支えない。またこれとは逆に、使用目的によってはさらに構成要素を追加しても良い。たとえば、本表示装置をテレビ電話機として応用する場合には、テレビカメラ、音声マイク、照明機、モデムを含む送受信回路などを構成要素に追加するのが好適である。

【0387】本表示装置においては、とりわけ表面伝導形放出素子を電子ビーム源とするディスプレイパネルの薄形化が容易なため、表示装置の奥行きを小さくすることができる。それに加えて、表面伝導形放出素子を電子ビーム源とするディスプレイパネルは大画面化が容易で輝度が高く視野角特性にも優れるため、本表示装置は臨場感にあふれ迫力に富んだ画像を視認性良く表示する事が可能である。

【0388】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明に関わる表面伝導形電子放出素子の3つの基本的特性の特徴、つまり、第一に、本素子はある電圧（しきい値電圧と呼ぶ、図5中の $V_{th}$ ）以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流 $I_e$ が増加し、一方しきい値電圧 $V_{th}$ 以下では放出電流 $I_e$ がほとんど検出されない。すなわち、放出電流 $I_e$ に対する明確なしきい値電圧 $V_{th}$ を持った非線形素子である。

【0389】第二に、放出電流 $I_e$ が素子電圧 $V_f$ に依存するため、放出電流 $I_e$ は素子電圧 $V_f$ で制御できる。

【0390】第三に、アノード電極34に捕捉される放出電荷は、素子電圧 $V_f$ を印加する時間に依存する。すなわち、アノード電極34に捕捉される電荷量は、素子電圧 $V_f$ を印加する時間により制御できる。

【0391】さらに、より好ましくは、素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_e$ 、双方とも、対向する一対の素子電極に印加する電圧に対して、単調増加特性（MI特性と呼ぶ）を有する、表面伝導形放出素子である。以上によれば、表面伝導形電子放出素子からの放出電子は、しきい値電圧以上では、対抗する素子電極間に印加するパルス状電圧の波高値と巾で制御される。一方、しきい値電圧以下では、殆ど放出されない。

【0392】この特性によれば、多数の表面伝導形電子放出素子を本発明の如く配置した場合においても、前記入力信号に基づいた波高のパルスあるいは、幅、あるいは、波高と幅とを有するパルスが発生する前記変調手段と、前記入力信号に含まれる同期信号を分離する分離手段と、前記同期信号に基づいて、所定の幅で、互いに異

なる波高のパルス成分を組み合わせることで表面伝導形電子放出素子を順番に選択する前記選択手段を有する構成によって、入力信号に応じた表面伝導形電子放出素子を選択し、その電子放出量が、制御できる駆動法を提供できる。

【0393】よってかような表面伝導形電子放出素子の特性に基づく本発明の新規な構成と駆動法によれば、従来の様に、グリッド電極に寄ることなく、グリッド電極なしに、 $m$ 本の行方向配線と $n$ 本の列方向配線にそれぞれ入力信号より得た走査信号と変調信号を与えることで、多数の表面伝導形電子放出素子からなる電子源より、入力信号に応じて、電子放出素子を選択し、放出電子量を制御する高品位な電子源となる。

【0394】さらには、表面伝導形電子放出素子の対抗する一対の素子電極、 $m$ 本の行方向配線と $n$ 本の列方向配線とによって、表面伝導形電子放出素子の対抗する一対の素子電極とをそれぞれ結線する結線、 $m$ 本の行方向配線と $n$ 本の列方向配線の少なくとも一部が、構成元素の一部あるいは全てが同一であることによって、特に、装置作製上に高い温度がかかる場合には、異種金属間を接続の問題が解消され、信頼性の高い、安価でかつ簡易な構成が提供できる。

【0395】またさらには、該絶縁層が、 $m$ 本の行方向配線と $n$ 本の列方向配線の交差部近傍のみにあること及び垂直型表面伝導形放出素子の段さ形成部が、該絶縁層の一部あるいは全てが同一の製法で製造されることによって、コンタクトホールなしに $m$ 本の行方向配線あるいは $n$ 本の列方向配線と素子の電氣的接続が可能になる等製法が簡略化され、安価でかつ簡易な構成の電子源及び画像形成装置が提供できる。

【0396】さらに本発明の別な駆動法によれば、入力信号を、複数の入力信号群に分割する入力信号分割手段を更に備え、該入力信号分割手段により発生した複数の分割された入力信号に応じて、複数行（あるいは、列）の表面伝導形電子放出素子が、選択、変調される分割駆動であるため、該表面伝導形電子放出素子行（あるいは列）に許容される時間が増加できるため、駆動IC、表面伝導形電子放出素子に対して、余裕のある設計がなされることができる。

【0397】さらに、該選択、変調される電子放出素子の行（あるいは、列）の隣接する電子放出素子の行（あるいは、列）は定電位印加の状態である様に維持する駆動法である。このため、各電子放出素子から放出された電子ビーム間の電子ビーム照射面上でのクロストークがない。

【0398】さらに、本発明の電子源は、該表面伝導形電子放出素子の複数の電子放出部から、放出された複数の電子ビームを重ね合わせることで、電子照射面での電子ビームの形状は、対称性の良い形状に制御できる電子源を提供できる。

【0399】また、Y方向での素子の配列ピッチを規定配置することで、各電子放出素子から放出された電子ビーム間の電子ビーム照射面上での重なりが制御できる。

【0400】従って、簡易な構成でかつ容易に、電子を放出する電子放出素子を選択と、その電子放出量を制御しうる電子源を提供できる。

【0401】また表示装置などの本発明の画像形成装置は、入力信号に基づいて、画像を形成する装置であって、画像を構成する画素に対応して、基板上にm本の行方向配線と絶縁層を介して積層されたn本の列方向配線とによって、少なくとも素子電極と電子放出部を含む薄膜とで構成される表面伝導形電子放出素子の対抗する一対の素子電極とをそれぞれ結線され、行列状に、配列された複数の表面伝導形電子放出素子と、同期信号と画像信号を含む入力信号の、該同期信号に基づいて、前記複数の表面伝導形電子放出素子行の中から、適当な素子行を選択する選択手段と、前記同期信号に基づき、前記画像信号に応じた変調信号を発生して、前記選択手段により選択された電子放出素子に inputs する変調手段とを備えることを特徴とする画像形成装置であり、特に、前記電子源基板と対向した位置に電子ビームの照射により可視光を発する蛍光体とを備えた画像形成装置であり、より好ましくは、表面伝導形電子放出素子の、放出電流、素子電流双方が、対向する一対の素子電極に印加する電圧に対して、単調増加特性(MI特性と呼ぶ)を示す真空度を有する画像形成装置である。

【0402】よってかような表面伝導形電子放出素子の特性に基づく本発明の画像形成装置の新規な構成と駆動法によれば、従来の様に、グリッド電極に寄ることなく、グリッド電極なしに、m本の行方向配線とn本の列方向配線にそれぞれ入力信号より得た走査信号と変調信号を与えることで、多数の表面伝導形電子放出素子からなる電子源より、入力信号に応じて、電子放出素子を選択し、放出電子量を制御でき、画素間のクロストークがなく、表示輝度を制御性良く変調する事ができ、多階調の表示が可能となり、たとえばテレビジョン画像を高い品位で表示できる装置を実現できた。

【0403】また、真空中で電子ビームにより直接蛍光体を励起するため、従来CRTなどの分野で公知の、発光特性の優れた各色の蛍光体を発光源として使用できる。このため、カラー化も容易で、広い範囲の色彩を表現できる。また、蛍光体を塗り分けるだけでカラー化が可能であり、パネルの製造が容易である。走査や変調に要する電圧も小さいため、電気回路の集積化が容易である。これらの長所があいまって、製造に要する費用が低減でき、極めて安価に表示装置を提供する事が可能である。

【0404】選択的に制御された明るさで発光せしめる表示品位の高い表示装置などの画像形成装置が、提供できる。

【0405】さらには、表面伝導形電子放出素子の対抗する一対の素子電極、m本の行方向配線とn本の列方向配線とによって、表面伝導形電子放出素子の対抗する一対の素子電極とをそれぞれ結線する結線、m本の行方向配線とn本の列方向配線の少なくとも一部が、構成元素の一部あるいは全てが同一である構成である。

【0406】該表面伝導形電子放出素子が、該基板上に、あるいは、該絶縁層上に形成された構成である。

【0407】該絶縁層が、m本の行方向配線とn本の列方向配線の交差部近傍のみにあること及び垂直型表面伝導形電子放出素子の段差形成部が、該絶縁層の一部あるいは全てが同一である等の構成である。等の構成の電子源を有する画像形成装置であるため、信頼性が高く、安価な新規な構成の画像形成装置が提供できた。

【0408】またさらには、本発明の新規な構成の画像形成装置は、本発明の別の駆動法によれば、入力信号を、複数の入力信号群に分割する入力信号分割手段を更に備え、該入力信号分割手段により発生した複数の分割された入力信号に応じて、複数行(あるいは、列)の表面伝導形電子放出素子が、選択、変調される分割駆動であるため、該表面伝導形電子放出素子行(あるいは列)に許容される時間が増加できるため、駆動IC、表面伝導形電子放出素子に対して、余裕のある設計がなされることができる。

【0409】さらに、該選択、変調される電子放出素子の行(あるいは、列)の隣接する電子放出素子の行(あるいは、列)は定電位印加の状態である様に維持する駆動法である。このため、各電子放出素子から放出された電子ビーム間の画像形成部材上でのクロストークがない。

【0410】さらに、本発明の画像形成装置は、該表面伝導形電子放出素子の複数の電子放出部から、放出された複数の電子ビームを画像形成部材上で、重ね合わせることで、発光輝点形状が、対称性の良い形状に制御できる画像形成装置を提供できる。

【0411】また、Y方向での素子の配列ピッチを規定配置にすることで、各電子放出素子から放出された電子ビーム間の画像形成部材上での重なりが制御できるため、入力画像に応じた高品位な画像を提供できる。

【0412】またさらには、本発明の画像形成装置は、TV信号、画像入力装置からの信号、画像メモリからの信号、コンピュータからの信号等を入力信号とできるために、テレビジョン放送の表示機器、テレビ会議の端末機器、静止画像及び動画を扱う画像編集機器、コンピュータの端末機器、ワードプロセッサをはじめとする事務用端末機器、ゲーム機などの機能を一台で兼ね備えることが可能で、産業用あるいは民生用として極めて応用範囲が広い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる平面型表面伝導形電子放出素子

の基本構成図。

【図2】本発明に係わる表面伝導形電子放出素子の基本的な製法図。

【図3】本発明に係わる表面伝導形電子放出素子の基本的な測定評価装置図。

【図4】本発明に係わる表面伝導形電子放出素子の通電処理の電圧波形。

【図5】本発明に係わる表面伝導形電子放出素子の基本的な特性図。

【図6】本発明に係わる垂直型表面伝導形電子放出素子の基本構成図。

【図7】本発明の電子源構成図。

【図8】本発明の画像形成装置図。

【図9】蛍光膜の説明図。

【図10】本発明の駆動方法を説明する図。

【図11】本発明の画像形成装置の1画素の構成を示す斜視図。

【図12】表面伝導形電子放出素子で観測された輝点形状を示す図。

【図13】表面伝導形電子放出素子を用いた画像表示装置の電子ビームの軌道を説明するための等電位図。

【図14】実施例1の電子源の平面図。

【図15】実施例1の電子源の断面図。

【図16】実施例1の電子源製法図。

【図17】実施例1の電子源製法図。

【図18】実施例1のマスク図。

【図19】実施例1の比較サンプルの特性図。

【図20】実施例2の断面図。

【図21】実施例2の電子源製法図。

【図22】実施例3の電子源平面図。

【図23】実施例3の電子源断面図。

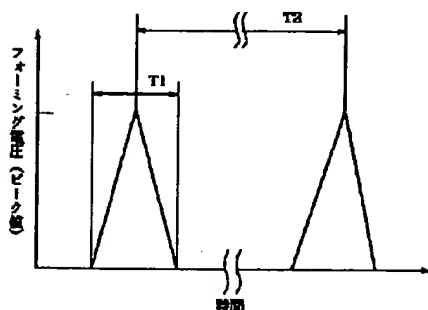
【図24】実施例3の電子源製法図。

【図25】実施例4の本発明の第一及び第二の駆動方法を実施する為の概略回路構成の一例。

【図26】実施例4の電子放出素子が行列状に配線されたマルチ電子源の一部回路図。

【図27】実施例4の原画像の一例を示す図。

【図4】



【図28】実施例4のマルチ電子源に印加する駆動電圧を示す図。

【図29】実施例4の一面を順次ラインずつ表示してゆく際のタイムチャート。

【図30】実施例4の回路の全体動作を説明するためのタイムチャート。

【図31】実施例4の電子放出素子に印加される駆動電圧を説明するための図。

【図32】実施例5の本発明の第三の駆動方法の第一実施例の概略回路構成の一例。

【図33】実施例5の電子放出素子に印加される駆動電圧を説明するための図。

【図34】実施例6の本発明の第三の駆動方法の第二実施例の概略構成の一例。

【図35】実施例6の電子放出素子に印加される駆動電圧を説明するための図。

【図36】実施例7の電子放出素子の斜視図。

【図37】実施例8の画像形成装置の斜視図。

【図38】実施例8の電子放出素子の斜視図。

【図39】実施例8の電子放出素子のX軸断面図。

【図40】実施例9の電子放出素子の斜視図。

【図41】実施例9の本発明の駆動法を示す一部回路図。

【図42】実施例10の本発明の表示装置の一例。

【図43】従来の表面伝導形電子放出素子の平面図。

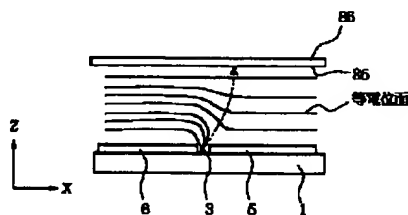
【図44】従来の画像形成装置の概略図。

【図45】従来の画像形成装置の概略図。

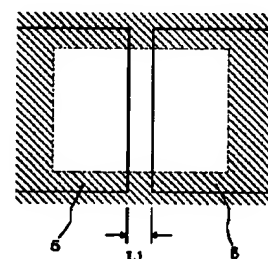
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 電子放出部形成用薄膜
- 3 電子放出部
- 4 電子放出部を含む薄膜
- 5、6 素子電極
- 7 3 X方向配線
- 7 3 Y方向配線
- 7 4 表面伝導形電子放出素子
- 7 5 結線

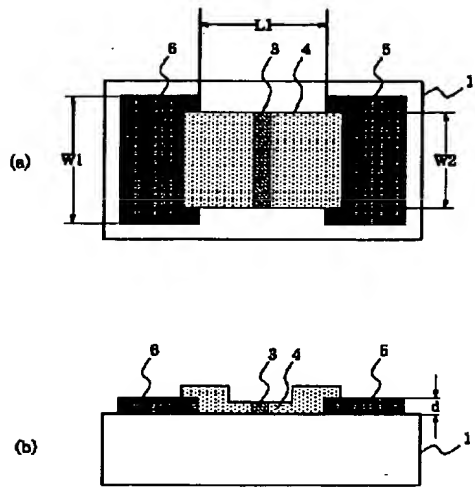
【図13】



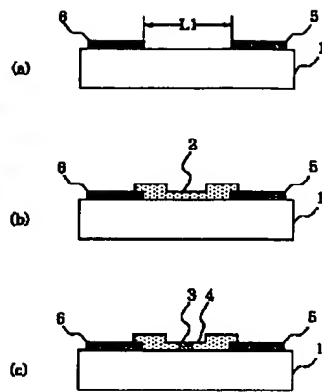
【図18】



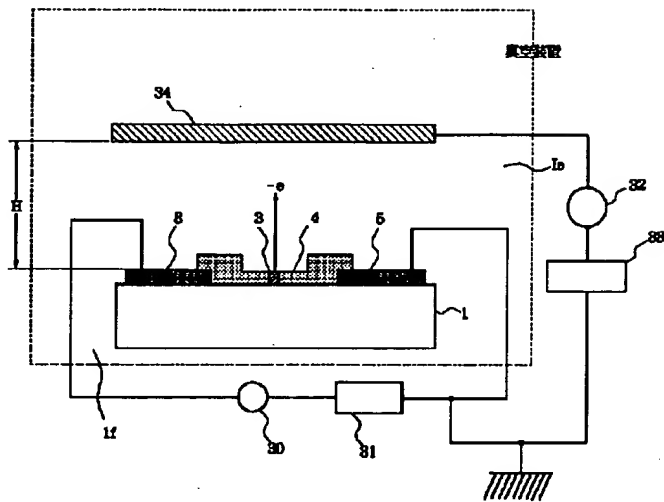
【図1】



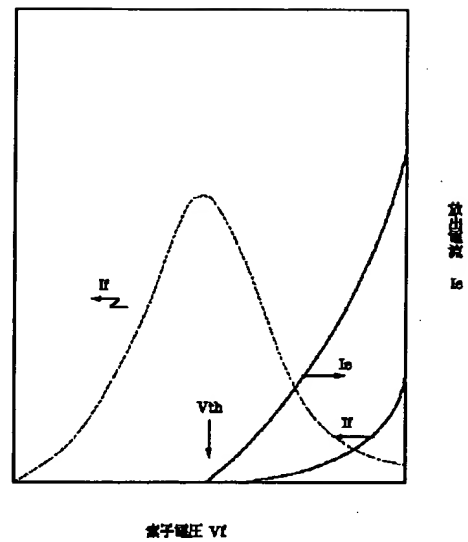
【図2】



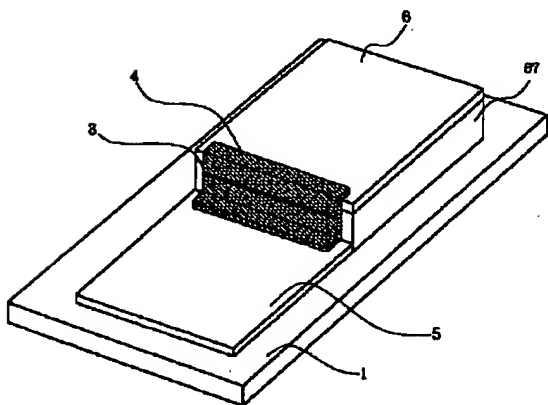
【図3】



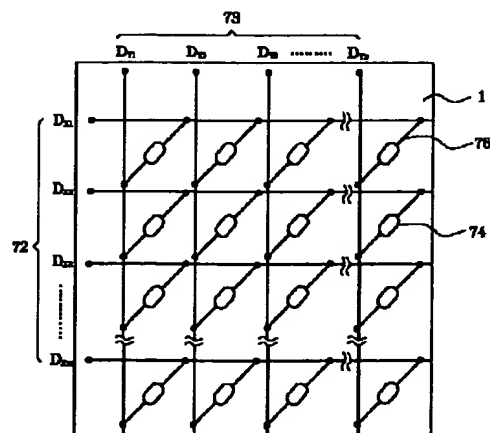
【図5】



【図6】

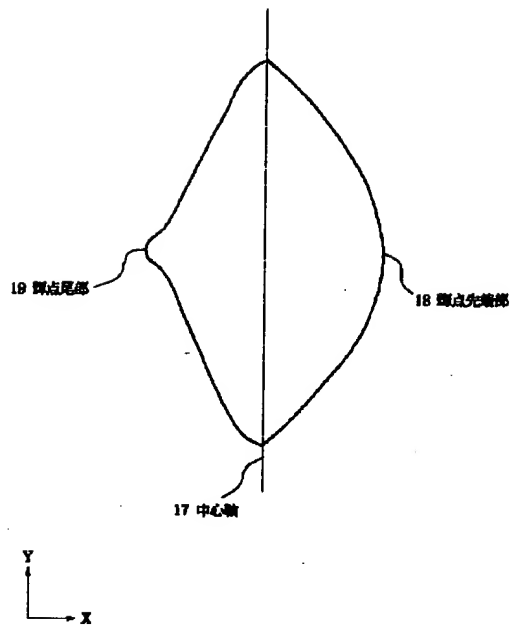


【図7】

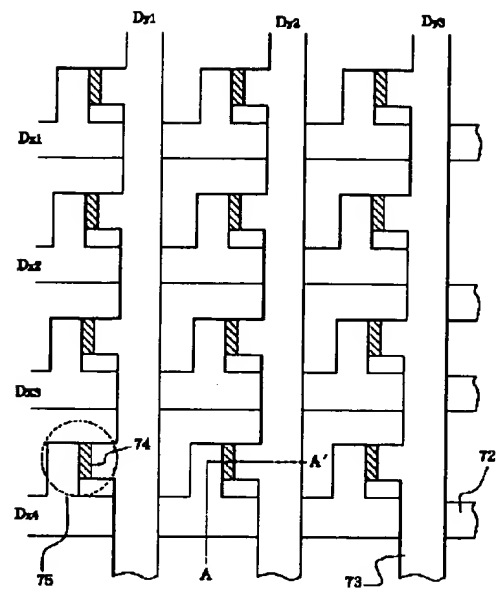




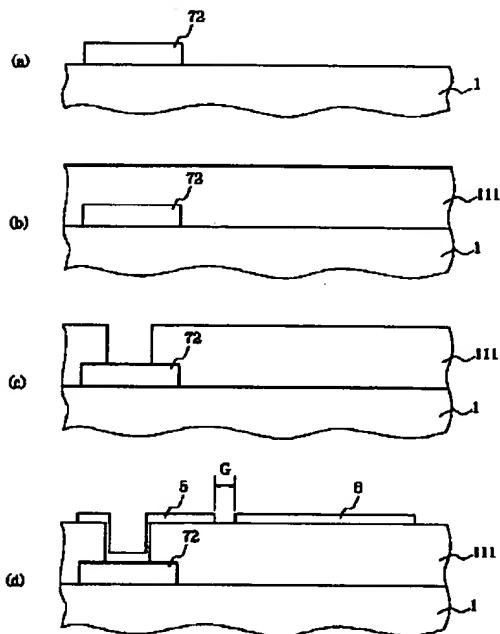
【図12】



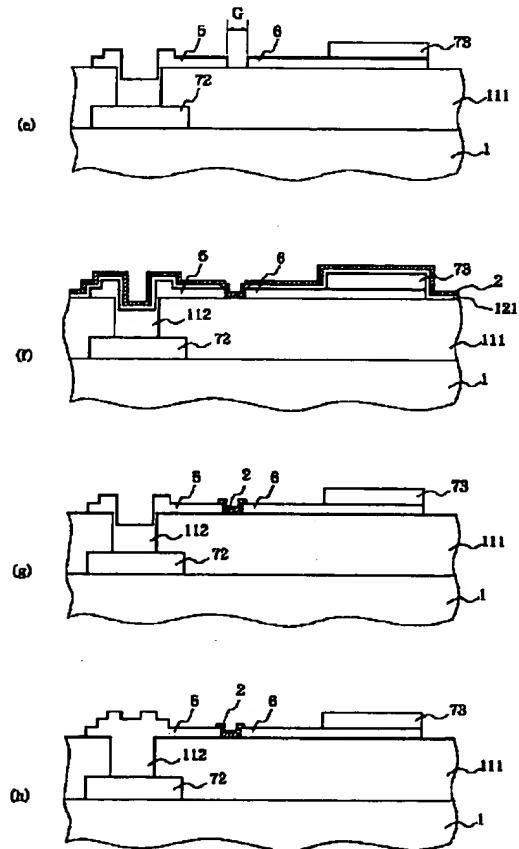
【図14】



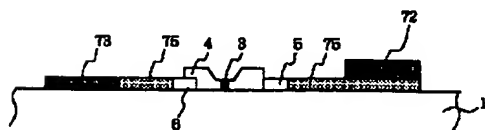
【図16】



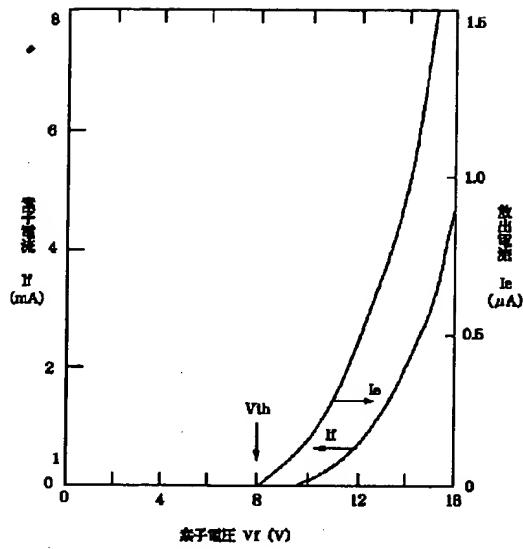
【図17】



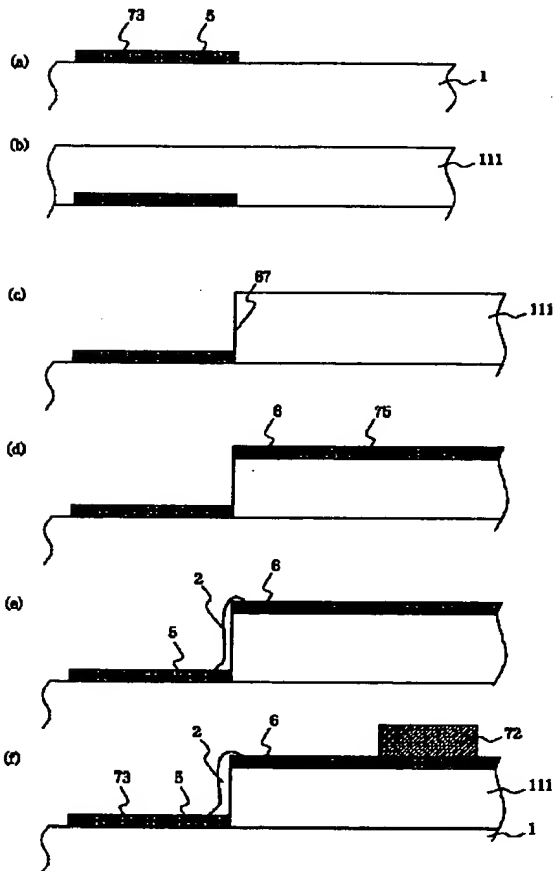
【図23】



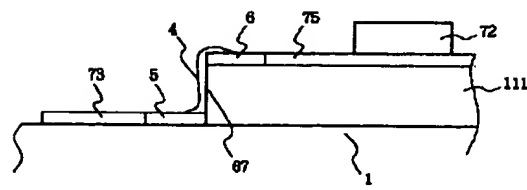
【図19】



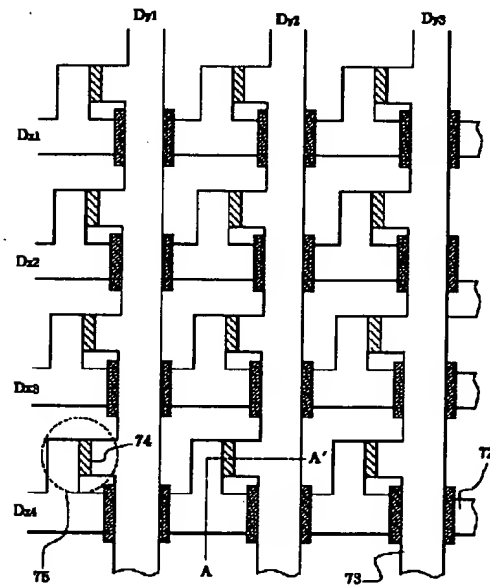
【図21】



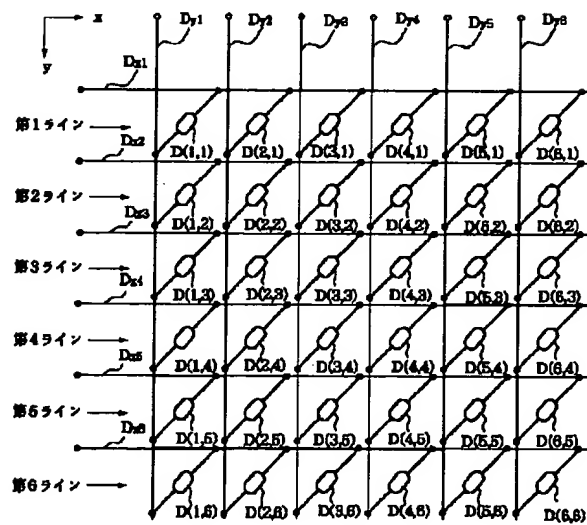
【図20】



【図22】



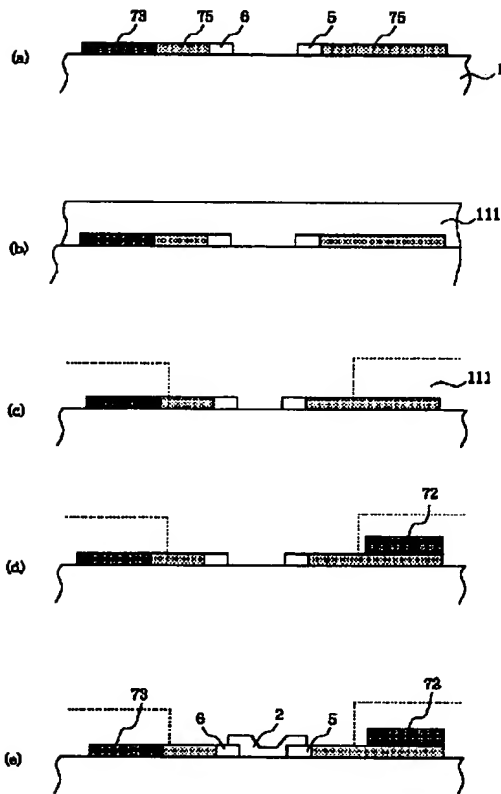
【図26】



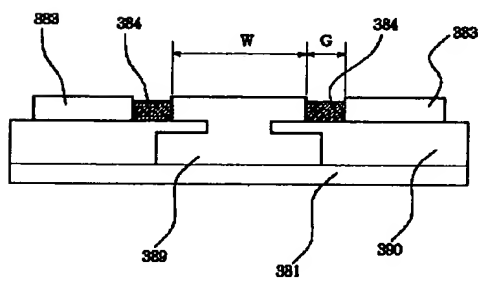
○ : 表面伝導電子放出素子



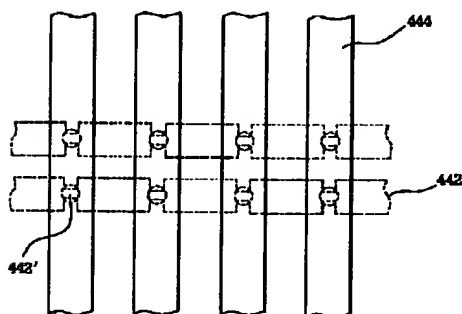
【図24】



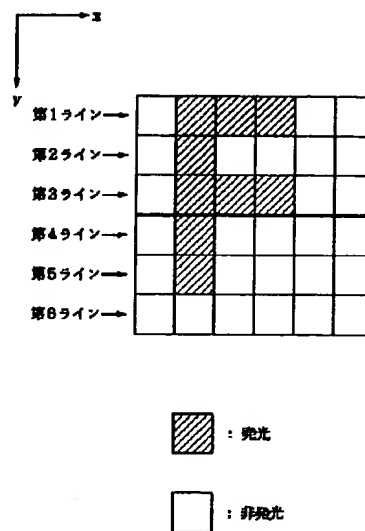
【図39】



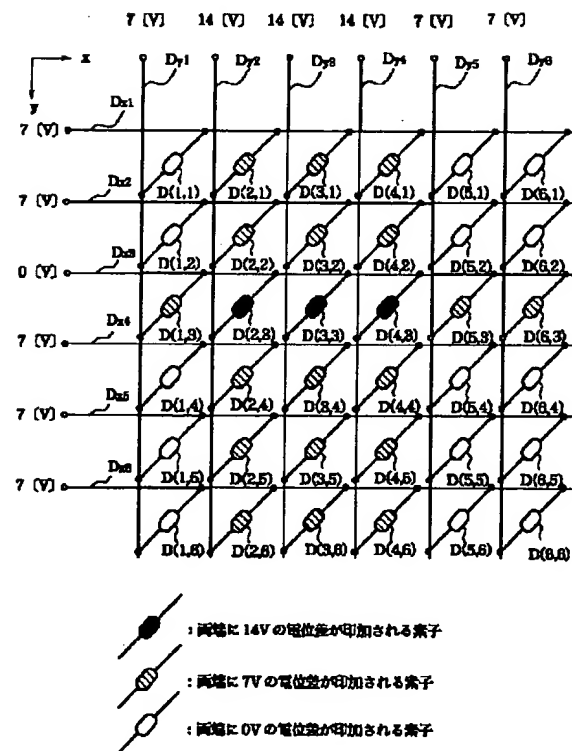
【図44】



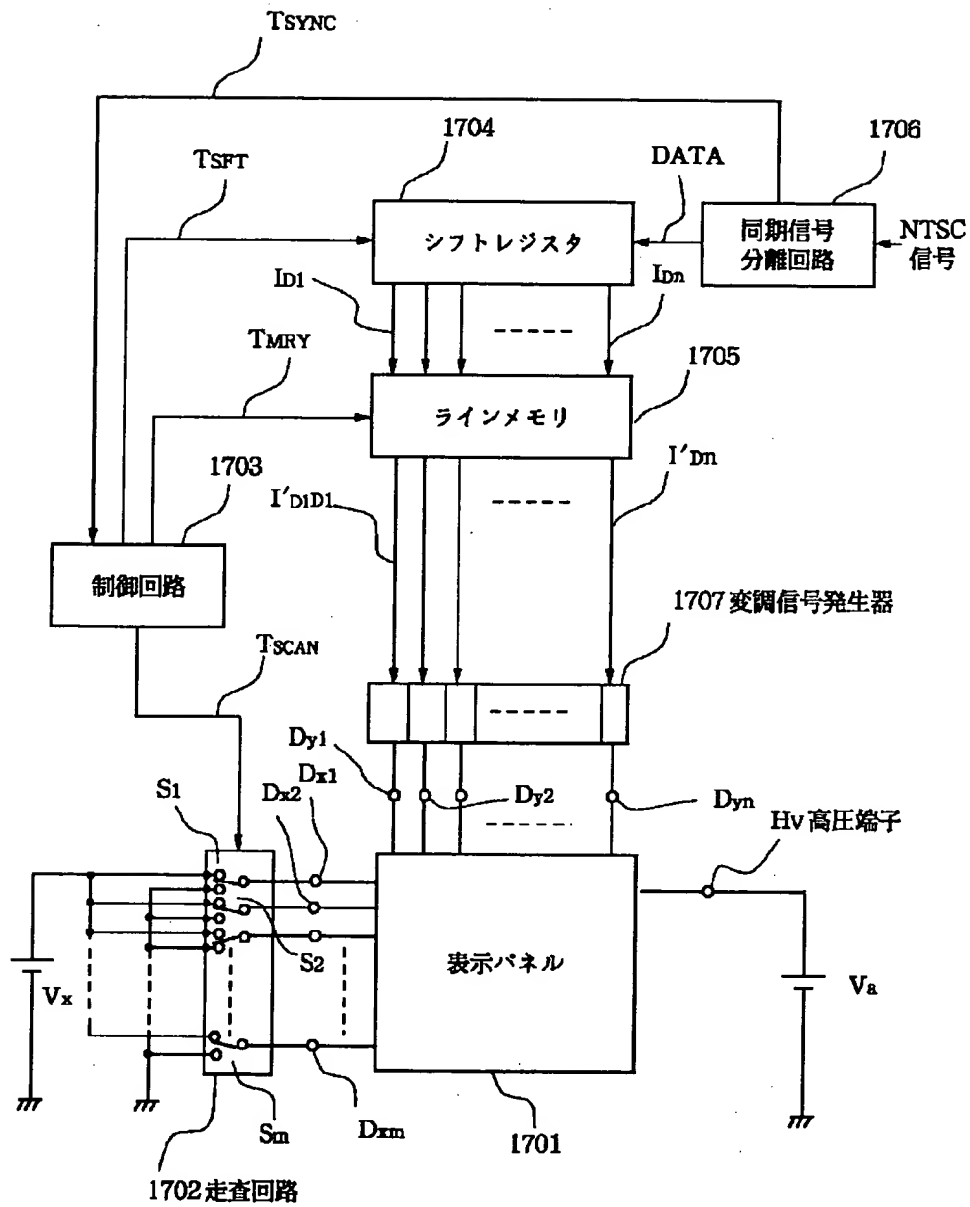
【図27】



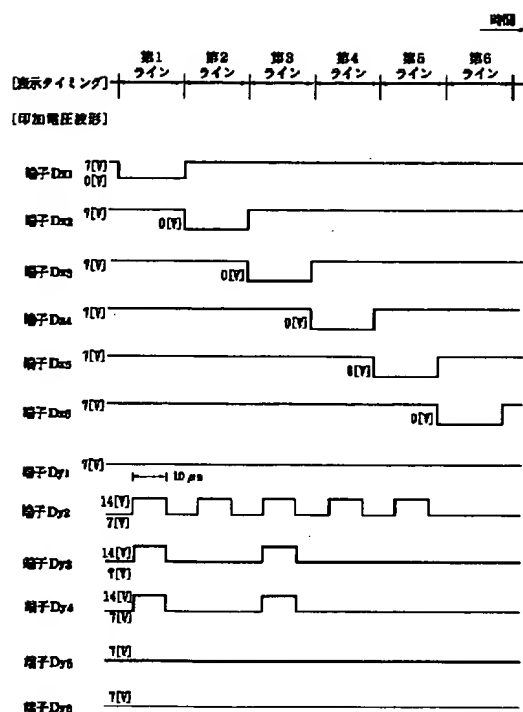
【図28】



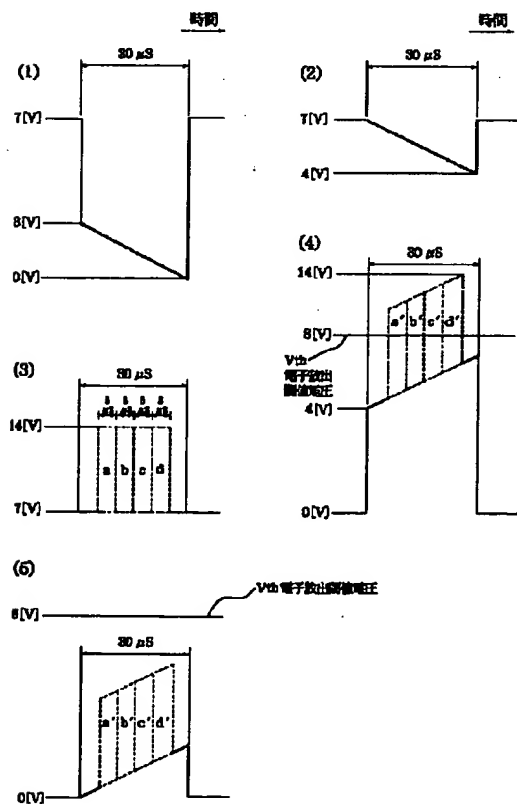
【図25】



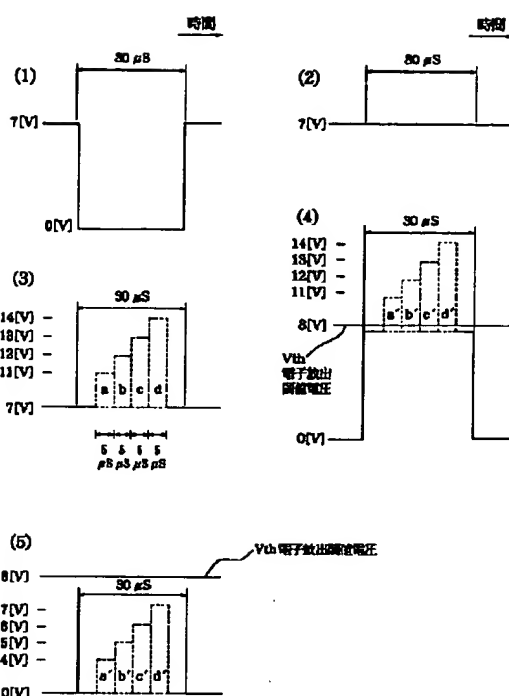
【図29】



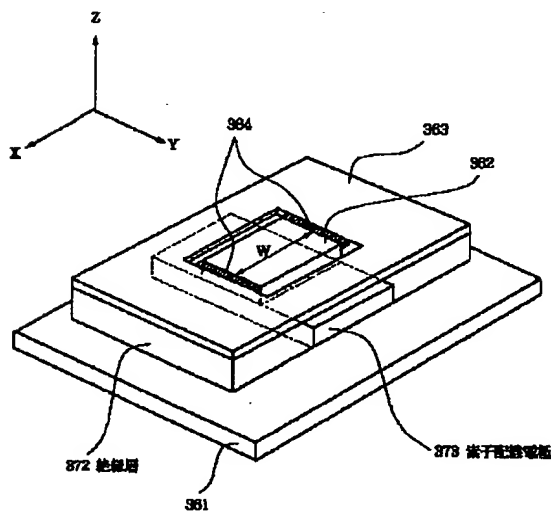
【図35】



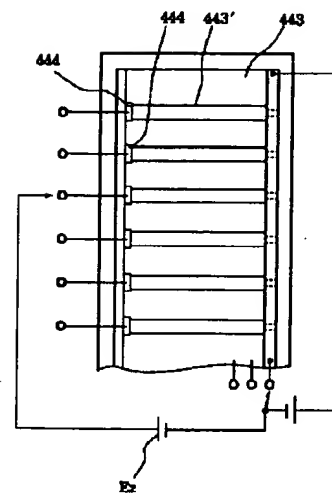
【図33】



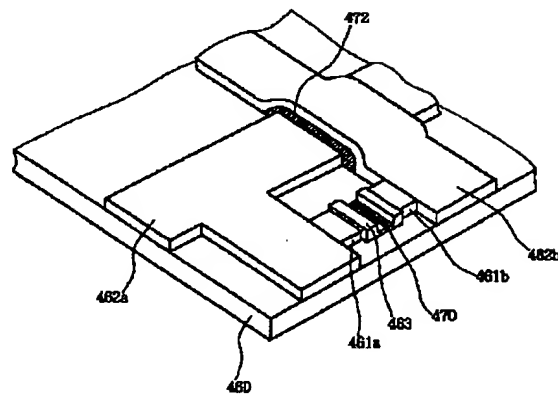
【図36】



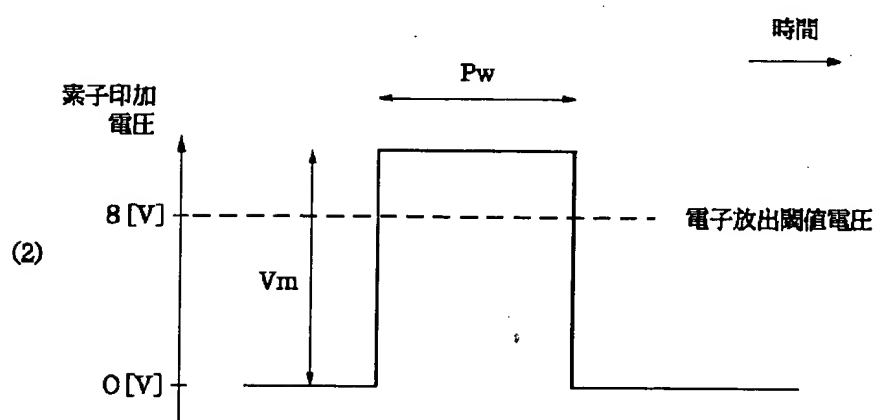
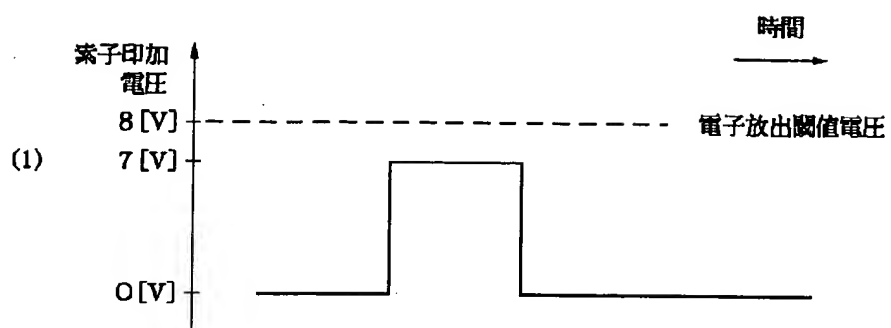
【图 4 5】



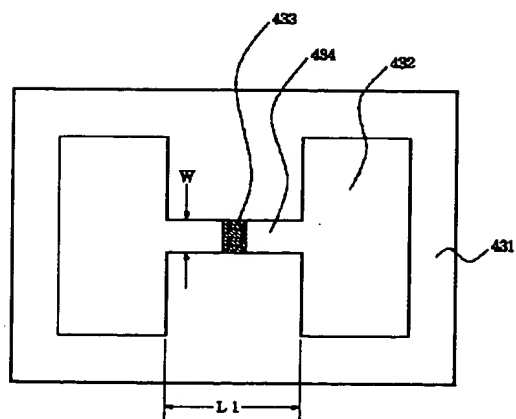
【図40】



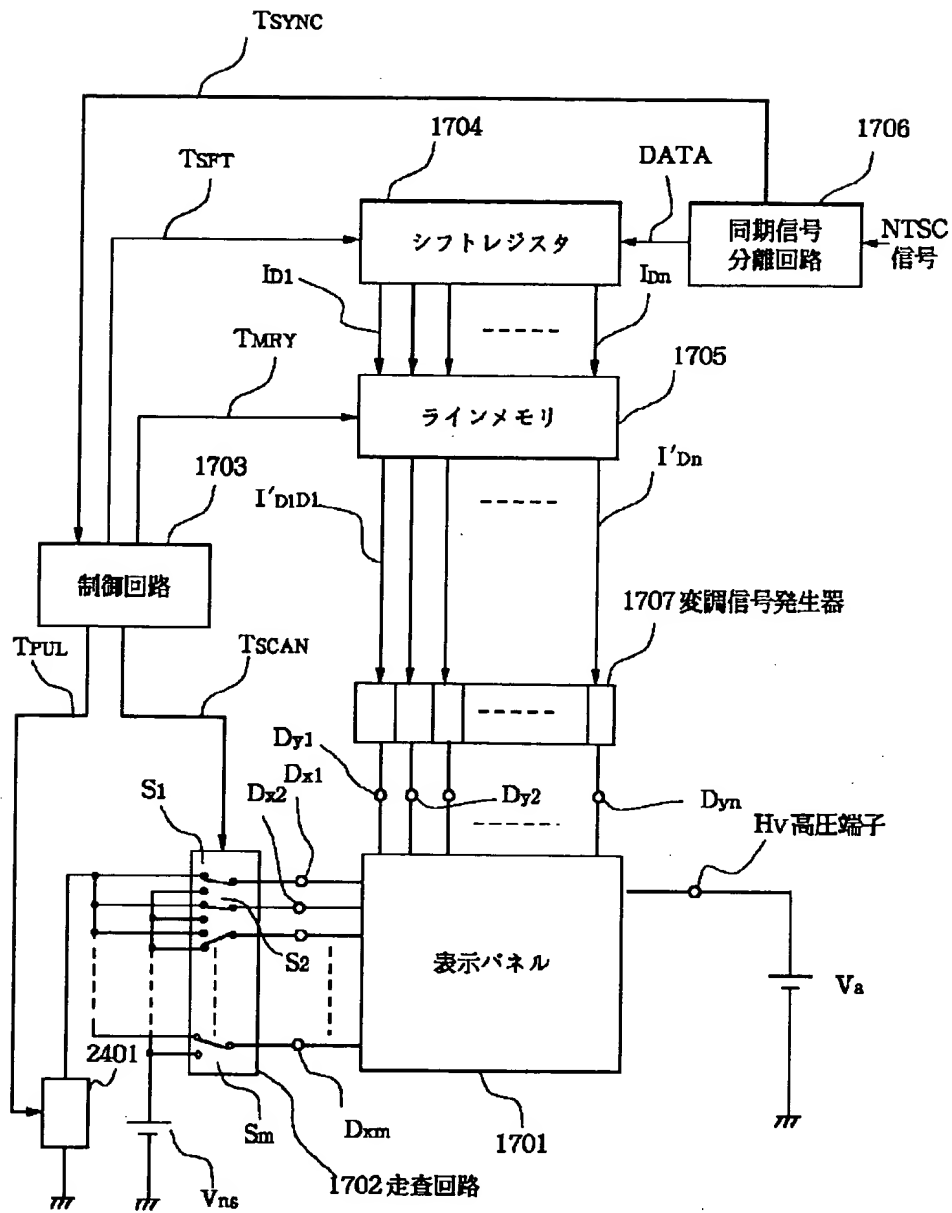
【図31】



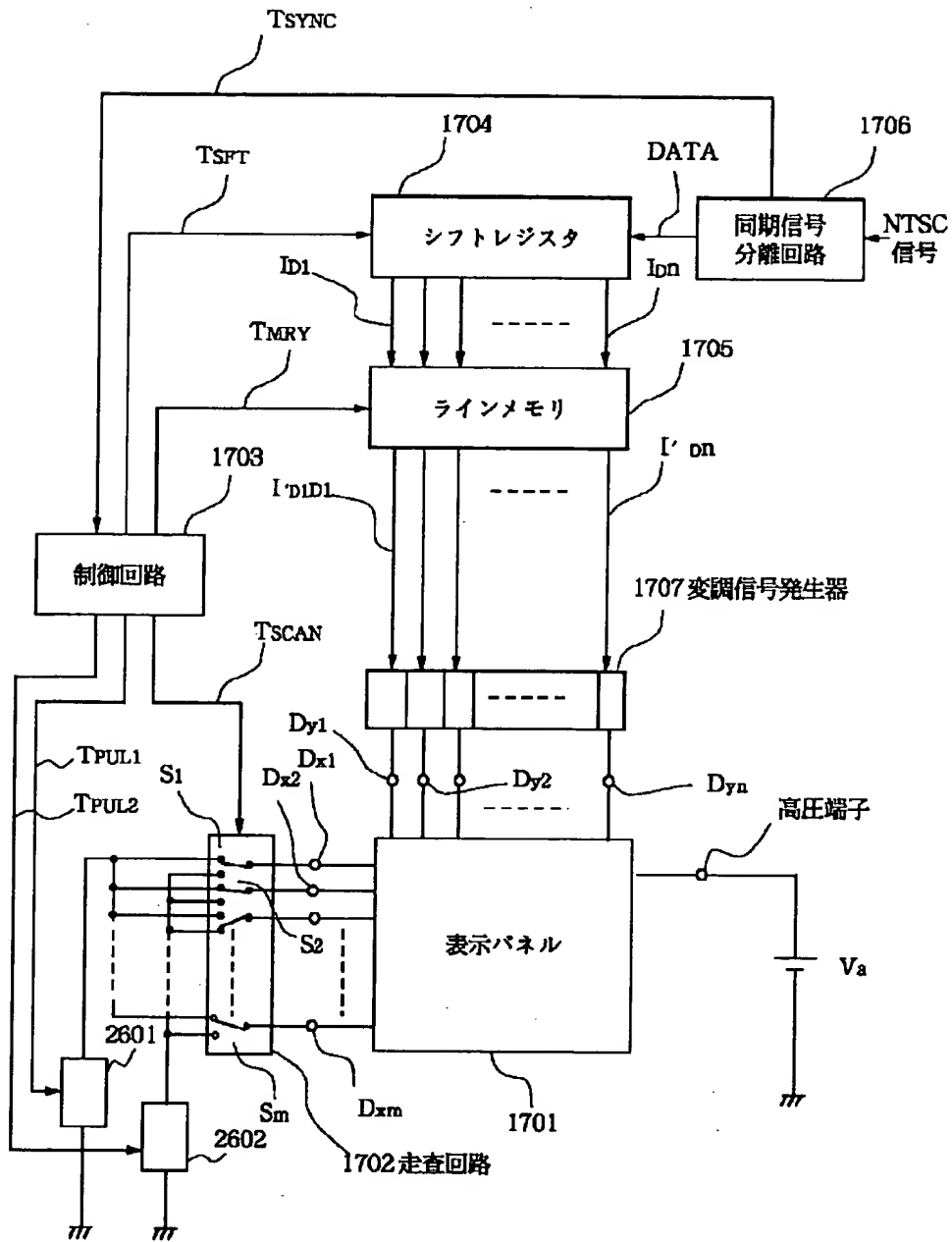
【図43】



【図32】



【図34】

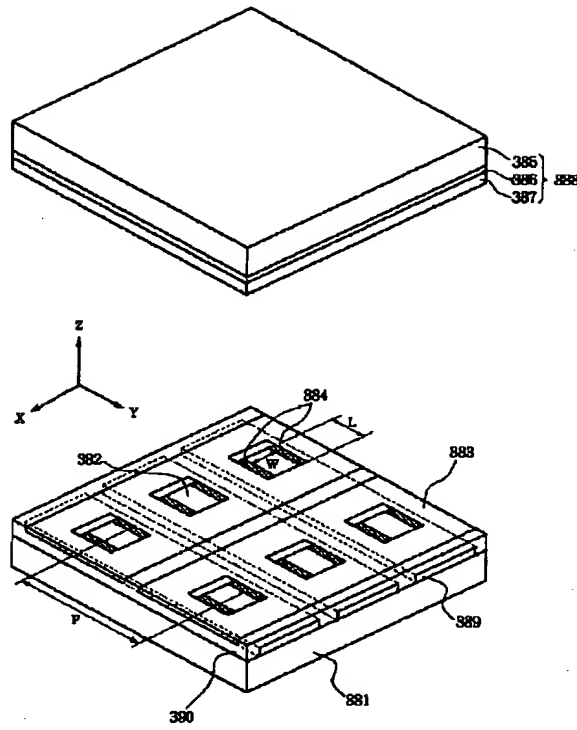




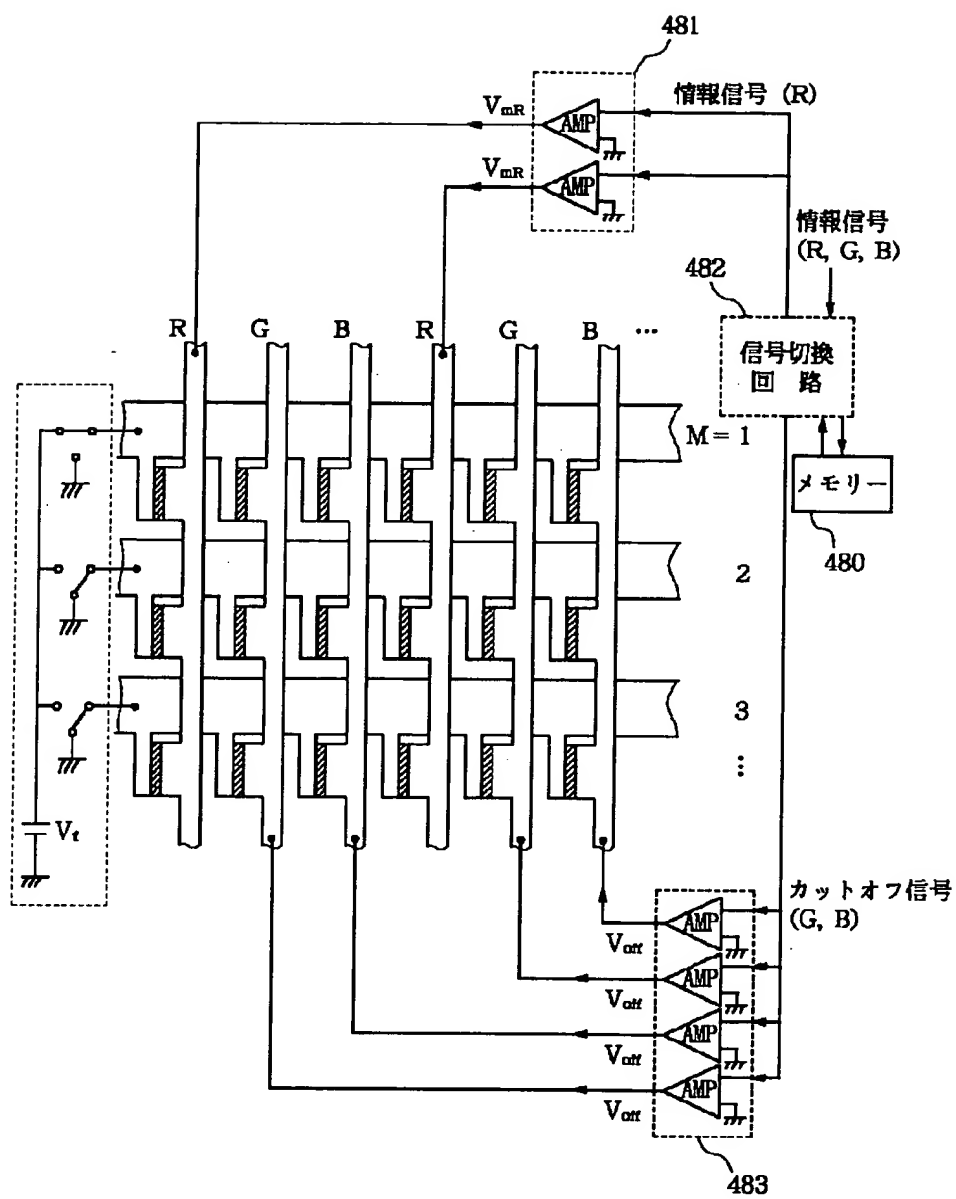
(43)

特開平6-342636

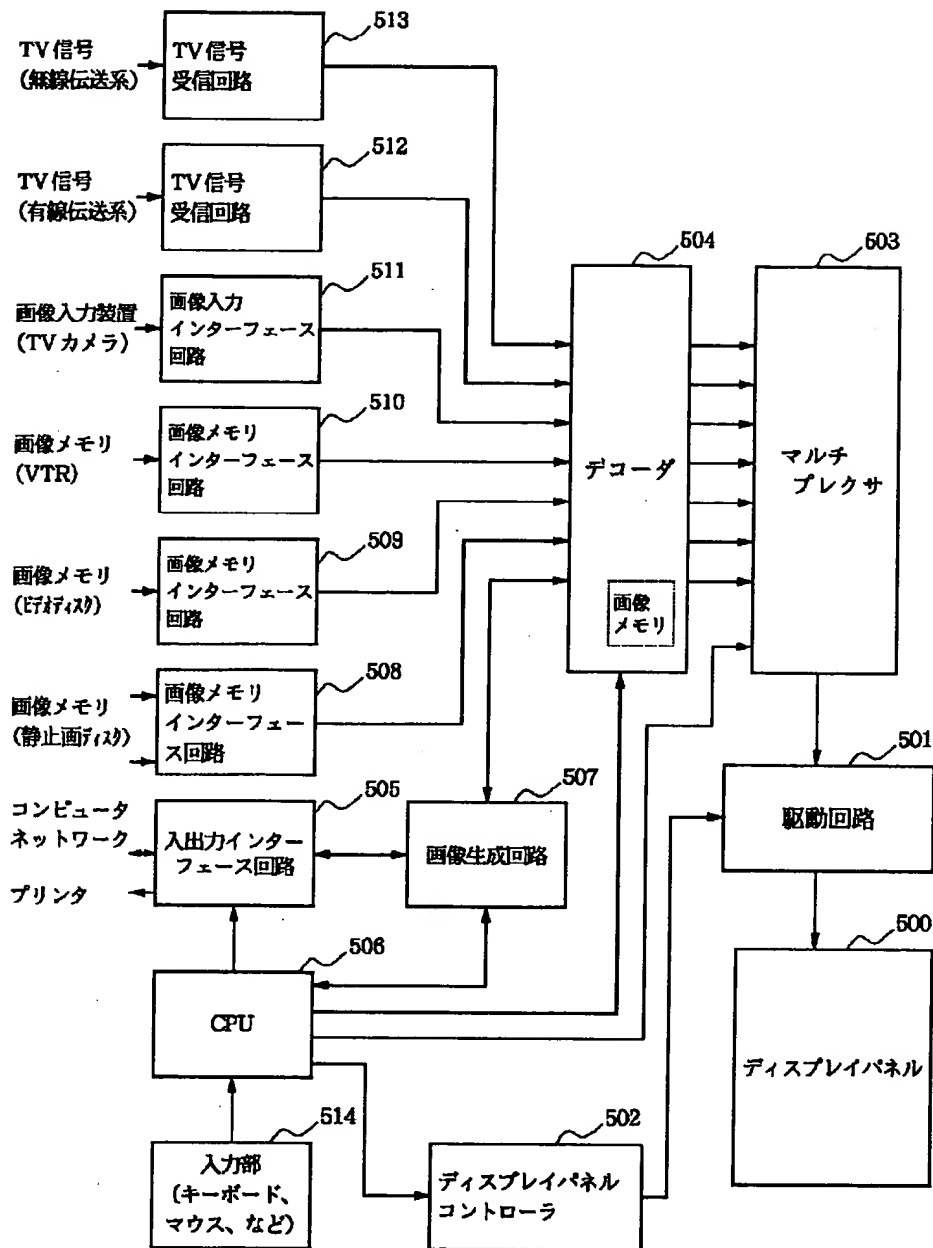
【図37】



【图 4 1】



【図42】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願平5-77897  
 (32)優先日 平5(1993)4月5日  
 (33)優先権主張国 日本(JP)  
 (31)優先権主張番号 特願平5-78165  
 (32)優先日 平5(1993)4月5日  
 (33)優先権主張国 日本(JP)

(72)発明者 河出 一佐哲  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
 ン株式会社内  
 (72)発明者 長田 芳幸  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
 ン株式会社内

(72)発明者 武田 俊彦  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 山口 英司  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 鈴木 朝岳  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 外處 泰之  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 戸島 博彰  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 磯野 青児  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 中村 尚人  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 佐藤 安榮  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 三品 伸也  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 野村 一郎  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(72)発明者 金子 哲也  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内